



**ANÁLISE DAS
EMISSIONES DE
GASES
DE EFEITO
ESTUFA**

**E SUAS IMPLICAÇÕES
PARA AS METAS
CLIMÁTICAS DO BRASIL**

1970-2023

2024



AUTORES

David Tsai (OC/Iema), Renata Potenza, Gabriel Quintana, Anderson Matheus Cardoso, Priscila Alves (Imaflora), Felipe Barcellos e Silva, Ingrid Graces, Helen Sousa (Iema), Iris Coluna, Joice Oliveira (ICLEI), Bárbara Zimbres, Julia Shimbo, Camila Silva, Celso Silva-Junior, Wallace Silva, Ane Alencar (Ipam), Claudio Angelo (OC)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Bia Gomes (Revu Design)
Cecília Gomes

FOTO DE CAPA

João Stangherlin/Ibama



ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	4
1 - PANORAMA DAS EMISSÕES BRASILEIRAS EM 2023	6
2 - EMISSÕES POR SETOR	13
2.1 - Agropecuária	13
2.2 - Energia e Processos Industriais	20
2.3 - Resíduos	25
2.4 - Mudanças de Uso da Terra e Florestas	28
3 - EMISSÕES ALOCADAS POR ESTADO	32
4 - EMISSÕES POR FOGO	34
5 - PERSPECTIVAS PARA A SEGUNDA NDC DO BRASIL	38
APÊNDICE	42



Sumário Executivo

- **As emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil em 2023 foram de 2,3 bilhões de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂e)** medidas em potencial de aquecimento global em cem anos (GWP) conforme o 5º Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC. Isso representa uma redução de 12% em relação a 2022, quando o país emitiu 2,6 bilhões de toneladas.
- **É a maior queda de emissões desde 2009**, ano em que o SEEG registrou os menores níveis de poluição climática da série histórica completa iniciada em 1990 (1,77 GtCO₂e).
- A redução foi puxada pela **queda de 24% nas emissões por desmatamento**, na esteira da retomada, pelo governo atual, das políticas de comando e controle da devastação na Amazônia. A redução das emissões por desmatamento na floresta tropical foi de 37%, de 1,074 bilhão de toneladas de CO₂e para 687 milhões de toneladas (MtCO₂e).
- No entanto, à **exceção da Amazônia e do Pampa (queda de 15%), todos os biomas tiveram alta expressiva nas emissões por desmatamento**: no Cerrado elas aumentaram 23%, na Caatinga, 11%, na Mata Atlântica, 4%, e no Pantanal, 86%, maior alta percentual. O aumento do desmatamento no Cerrado, possivelmente resultado de “vazamento” após a contenção na Amazônia, fez o Maranhão entrar pela primeira vez no ranking dos cinco estados com maior emissão bruta do Brasil, atrás apenas de Pará e Mato Grosso.
- As mudanças de uso da terra foram mais uma vez as responsáveis pela maior parte das emissões brutas de gases de efeito estufa do país (46%), com 1,062 bilhão de toneladas de CO₂e. Em seguida vêm agropecuária, com 631 MtCO₂e (28%), energia, com 420 MtCO₂e (18%), resíduos, com 92 MtCO₂e (4%), e processos industriais, com 91 MtCO₂e (4%).
- **A devastação dos biomas brasileiros emitiu 1,04 GtCO₂e brutas em 2023. Ela torna o Brasil o quinto maior emissor de gases de efeito estufa do mundo¹.** Se fosse um país, o desmatamento do Brasil seria o oitavo maior emissor do planeta, atrás do Japão e à frente do Irã.
- **O setor de agropecuária teve seu quarto recorde consecutivo de emissões, com elevação de 2,2%**, devido principalmente a mais um aumento do rebanho bovino. A maior parte das emissões vem da fermentação entérica (o “arroto” do boi), com 405 milhões de toneladas em 2023 (mais do que a emissão total da Itália).

¹ Considerando-se os dados de outros países em 2021, segundo o Climate Watch Data. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2021&start_year=1990



- O setor de energia teve um pequeno incremento de 1,1% em suas emissões, devido ao aumento do consumo de óleo diesel, gasolina e querosene de aviação no ano passado, que causaram, por sua vez, **uma elevação de 3,2% nas emissões de transporte, que chegaram a seu recorde histórico (224 MtCO₂e)**. Essa elevação, na esteira do crescimento do PIB, mais do que compensou a redução de emissões devido à queda de 8% na geração de eletricidade por termelétricas fósseis no ano passado, no qual não houve crise hídrica para impactar a geração hidrelétrica.
- **No setor de resíduos as emissões cresceram 1%, para 92 MtCO₂e**. Historicamente, as emissões do setor são marcadas pelo crescimento acentuado (com certa estabilização desde 2020, quando as emissões vêm se mantendo na casa das 91 MtCO₂e). Esse comportamento está associado ao aumento da população e a avanços no acesso aos serviços de saneamento, bem como no aproveitamento dos gases gerados no tratamento de resíduos.
- O SEEG também calculou as emissões por queimadas de pasto e queimadas de vegetação nativa não associadas ao desmatamento. Essas emissões não são contabilizadas no inventário nacional, mas tornam-se cada vez mais importantes à medida que a mudança do clima aumenta o risco de ocorrência de fogo, inclusive nas florestas úmidas. Em 2023, as emissões por queimadas não associadas ao desmatamento caíram 7%, para 95 MtCO₂e. As emissões por queima de pasto tiveram uma redução de 38%, de 1,7 MtCO₂e em 2022 para 1,2 MtCO₂e em 2023.
- O Observatório do Clima publicou em 2024 uma proposta de segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) para o Brasil no âmbito do Acordo de Paris. A NDC do OC visa estabelecer parâmetros de ambição para a NDC do governo, que precisa ser submetida à ONU em 2025. O OC propõe que o país reduza suas emissões líquidas em 92% até 2035. Com base nos novos dados do SEEG, é possível afirmar que **o país precisa acelerar o controle das emissões para entrar nessa trajetória de descarbonização**. No tocante à maior parcela das emissões, para chegar a 2025 em linha com a trajetória de corte de emissões proposta, o Brasil precisaria, além de continuar a reduzir o desmatamento na Amazônia (em pelo menos 23% em dois anos), reduzir em 55% o desmatamento nos outros biomas no mesmo período.



1

Panorama das Emissões Brasileiras em 2023

Em 2023, as emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil foram de 2,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO_2e), medidas em potencial de aquecimento global em cem anos (GWP) conforme o 5º Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC, o painel do clima da ONU. Isso representa uma redução de 12% em relação a 2022, quando o país emitiu 2,6 bilhões de toneladas. É a maior queda nas emissões desde 2009, ano em que o SEEG registrou os menores níveis de poluição climática da série histórica completa iniciada em 1990 (1,77 GtCO_2e).

A redução é explicada principalmente pelo comportamento do desmatamento na Amazônia. Em 2023, o governo Lula retomou as políticas de controle da devastação que vinham sendo paulatinamente enfraquecidas desde o segundo mandato de Dilma Rousseff (2014-2016) e foram desmontadas na administração de Jair Bolsonaro (2019-2022). O atual governo, eleito sob a promessa de priorizar a agenda ambiental e climática e zerar o desmatamento no país até 2030, restabeleceu o PPCDAm (Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal), que foi revogado em 2019. Também adotou uma série de medidas de comando e controle que levaram à redução de 22% da taxa oficial de desmatamento em 2022, medida pelo sistema Prodes, do Inpe. Isso levou a uma queda de 37% nas emissões por desmatamento na floresta.

Mesmo com os aumentos de emissão por desmatamento no Cerrado, na Caatinga, no Pantanal e na Mata Atlântica, a queda total no setor de mudança de uso da terra (MUT) foi de 24%. Apesar disso, a destruição dos biomas brasileiros emitiu quase 1,1 bilhão de toneladas brutas no ano passado — o equivalente às emissões somadas do Canadá e do Reino Unido.

Todos os outros setores da economia tiveram aumento de emissões no ano passado. A alta mais expressiva, de 2,2%, ocorreu na agropecuária, que lançou na atmosfera 631 milhões de toneladas de CO_2 equivalente (MtCO_2e), contra 617 MtCO_2e em 2022. No setor de energia, a elevação foi de 1,1% (420 MtCO_2e contra 417 MtCO_2e), enquanto o setor de processos industriais cresceu 0,9% (de 90 MtCO_2e para 91 MtCO_2e), e o de resíduos, 0,2% (de 91 MtCO_2e em 2022 para 92 MtCO_2e no ano passado). Nesses setores, a elevação acompanhou o aquecimento da economia, que viu uma alta do PIB de 2,9%.

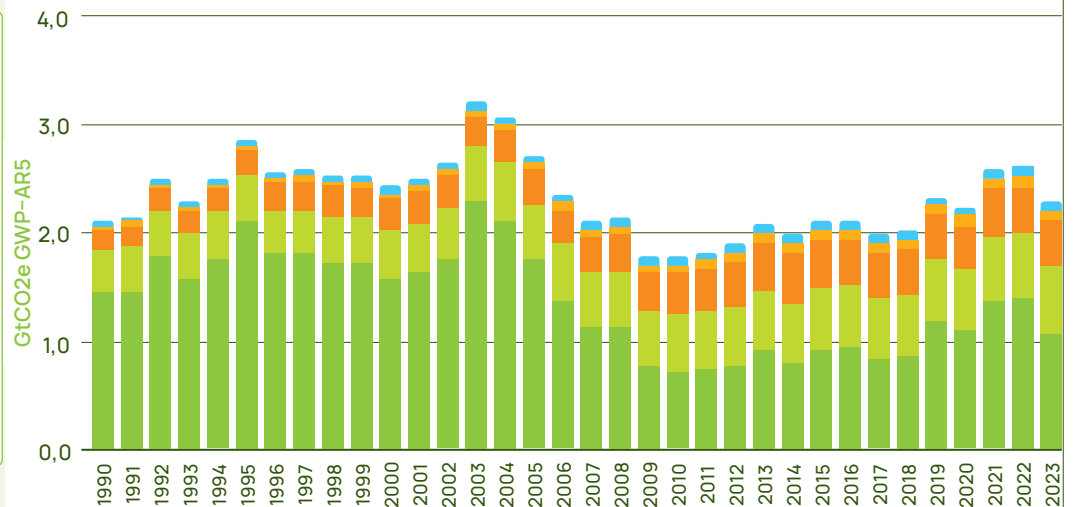


1 Panorama das Emissões Brasileiras em 2022

FIGURA 1

Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2023 (GtCO₂e)

- Mudança de Uso da Terra e Floresta
- Agropecuária
- Energia
- Resíduos
- Processos Industriais e Uso de Produtos

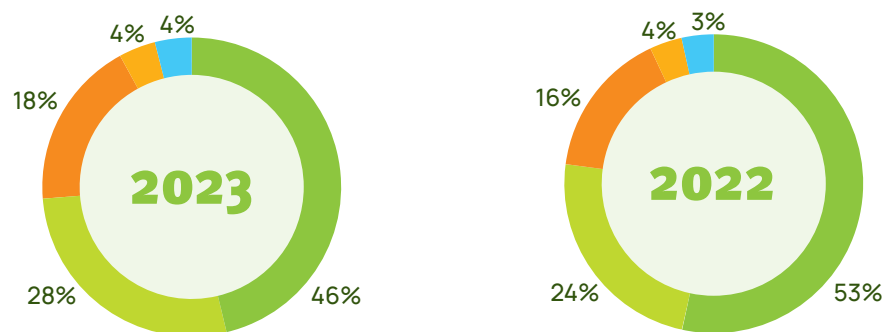


Como vem sendo uma constante nos dados do SEEG, as mudanças do uso da terra responderam pela maior parte das emissões brutas brasileiras: 46% em 2023, contra 53% em 2022. Somando as emissões por desmatamento e outras mudanças de uso da terra para produção agropecuária com as do setor agropecuário, conclui-se que a atividade agropecuária responde por 74% de toda a poluição climática brasileira. Segundo dados recentes do consórcio MapBiomass, 90% da área desmatada na Amazônia brasileira nos últimos 39 anos teve como primeiro uso a pastagem, que ocupava 77% da área desmatada em 2020. A expansão da área de pasto foi de 363% desde 1985².

FIGURA 2

Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras em 2022 e 2023

- Mudança de Uso da Terra e Floresta
- Agropecuária
- Energia
- Resíduos
- Processos Industriais e Uso de Produtos



² MapBiomass, 2024. Disponível em <https://brasil.mapbiomas.org/2024/10/03/mais-de-90-do-desmatamento-da-amazonia-e-para-abertura-de-pastagem/>

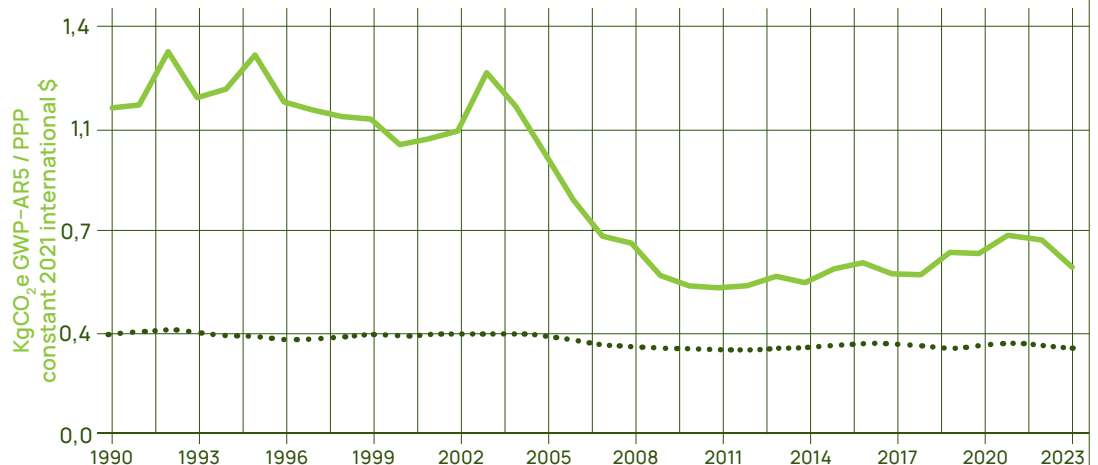


Incluindo na equação das emissões o cruzamento com o PIB, os dados do SEEG permitem concluir que o Brasil ainda polui mais do que gera riqueza. O desmatamento, em grande parte criminoso, especulativo e descolado da economia real, distorce a curva nacional de emissões e quase dobra a quantidade de carbono por dólar gerado na economia: sem incluir no cálculo a mudança de uso da terra, o país emitiu 0,31 kg CO₂e por dólar em 2023³, cifra que vai a 0,57 kg por dólar quando o desmatamento é fatorado. Isso representou uma queda de 14% em relação a 2022, quando a emissão por dólar foi de 0,67 kg. A chamada intensidade de carbono da economia brasileira segue essencialmente atrelada ao desmatamento e não mostra tendência de queda consistente na última década nem mesmo quando as mudanças de uso da terra são excluídas, como seria de esperar num país que estivesse no rumo da descarbonização de sua economia. Considerando apenas os outros setores, a intensidade de carbono da economia brasileira oscilou ao redor de um mesmo patamar nos últimos 20 anos.

FIGURA 3

Intensidade de carbono da economia

- Total
- Excluindo emissões por MUT



As emissões líquidas nacionais (veja box na página 11) tiveram queda maior do que as brutas. As emissões líquidas resultam das emissões brutas menos as remoções de carbono por áreas protegidas, por mudanças de uso da terra e por vegetação secundária, conforme o inventário nacional. O SEEG mostrou que as remoções por áreas protegidas e florestas secundárias tiveram uma ligeira queda de 1,4% em 2023 em relação a 2022, de 651 milhões para 642 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. As emissões líquidas, no total, caíram 15%, de 1,956 bilhão para 1,653 bilhão de toneladas de CO₂e, puxadas pela queda de 43% nas emissões líquidas por mudança de uso da terra. Quando se considera emissões líquidas, o setor agropecuário passa a liderar no país, com 38% do total de gases de efeito estufa em 2023, seguido por energia e mudança de uso da terra em virtual empate (25% cada), processos industriais e resíduos (6% cada).

³ Estimativa usando o dólar internacional a valor constante de 2021, segundo o Banco Mundial. O cálculo anterior do SEEG tinha como referência o valor constante do dólar de 2015. Disponível em <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?end=2023&locations=BR&start=1990>



O conjunto dos dados indica, como o Observatório do Clima vem alertando ao longo da última década, que a curva de emissões do Brasil permanece essencialmente igual à de antes da adoção da Política Nacional sobre Mudança Climática (Lei 12.187/2009). A expectativa com a PNMC era que o Brasil passasse a ter emissões cada vez mais parecidas com as de outros países do G20, nos quais o setor de MUT tem um peso reduzido. O fracasso da meta da PNMC de reduzir o desmatamento na Amazônia em 80% até 2020, porém, manteve o país com tendência de altas emissões e com o uso da terra pesando na trajetória, mesmo após 14 anos de vigência da lei. Com a eleição de Luiz Inácio Lula da Silva, em 2022, o país reconstruiu a governança climática na esfera federal e, pelo menos no primeiro biênio do governo, retomou o controle do desmatamento – além da queda de 2023, outra era esperada para 2024: os dados de alertas de desmatamento medidos pelo sistema Deter, do Inpe, indicavam uma redução de 46%. Até o momento da publicação deste relatório, a taxa oficial de 2024, dada pelo sistema Prodes, ainda não havia sido publicada. Nos outros setores, porém, ainda não há uma política consistente de redução de emissões. Como veremos neste relatório, isso será necessário para que o país cumpra o que lhe cabe no esforço global de redução de emissões necessário para manter o aquecimento da Terra dentro dos limites do Acordo de Paris.

O Brasil é um dos maiores poluidores climáticos do planeta e, como tal, tem grande responsabilidade sobre o combate à crise do clima. Segundo os mais recentes dados globais do Cait/WRI, referentes ao ano de 2021, o país é o quinto maior emissor de gases de efeito estufa do mundo, com 3,1% do total mundial. Fica atrás apenas da China (26%), EUA (11%), Índia (7%) e Rússia (4%) e pouco à frente da Indonésia (3%). Se considerarmos os 27 países da União Europeia em seu conjunto, o Brasil se torna o sexto maior emissor do planeta⁴.

O Brasil é o
quinto maior
emissor de gases
de efeito estufa
do mundo, com

3,1%
do total mundial

Comparando-se as emissões per capita brasileiras com as do resto do mundo, nota-se que o país segue emitindo mais do que a média mundial. Em 2021, último ano para o qual há dados globais disponíveis, as emissões per capita médias globais foram de 6,3 toneladas. No Brasil, as emissões brutas per capita em 2023 foram de 11,3 toneladas, e as líquidas, de 8,1 toneladas; mais próximas, mas mesmo assim maiores, que a média mundial.

O desmatamento dos biomas novamente é a responsável por elevar esse patamar. Não fosse pelas mudanças de uso da terra, as emissões per capita brasileiras seriam de 6,1 toneladas, dentro da média mundial. Somente as emissões do setor de MUT fazem com que cada cidadão brasileiro emita 5,2 toneladas por ano, mais do que um francês médio. Em alguns Estados amazônicos esses números tornam-se espantosos: Mato Grosso emitiu, por pessoa, 78 toneladas de CO₂e brutas em 2022, e Rondônia, 57 toneladas. Cada cidadão mato-grossense emite três vezes mais que

⁴ Os dados do Cait/WRI, disponíveis na plataforma Climate Watch Data, consideram emissões até 2021 e um total mundial, incluindo uso da terra, de 49,55 bilhões de toneladas naquele ano, abaixo das estimativas do Emissions Gap Report, do Pnuma. Este relatório optou por usar o Cait/WRI por comparabilidade com os outros países. Ver <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>



um habitante dos Emirados Árabes Unidos, país petroleiro que sediou a COP28, em Dubai, no ano passado. Por outro lado, a mesma Amazônia tem removedores líquidos de carbono per capita no Amapá (-15 tCO₂e) e Amazonas (-16 tCO₂e). Nesses Estados, que têm muitas unidades de conservação e terras indígenas, as remoções por áreas protegidas são maiores que as emissões por desmatamento.

Esta 12ª edição do SEEG é a última antes da apresentação da nova Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil no Acordo de Paris, prevista para 2024. O novo ciclo das promessas nacionais de corte de emissões, que deverão valer até 2035, chega num momento crítico da crise do clima: 2023-2024 caminha para se tornar o biênio mais quente da história, e a aceleração de eventos extremos de altíssimo custo humano e econômico mostra que a “ebulição global”, como chamou o secretário-geral da ONU, António Guterres, atingiu um novo patamar.

No Brasil, o biênio foi marcado por três mega-enchentes no Rio Grande do Sul, incluindo a mais extensa já registrada na história do Brasil, em maio de 2024, e duas estiagens recorde consecutivas na Amazônia. A pior seca em registro no país, em 2024, deixou 60% do território nacional coberto de fumaça e renovou a urgência do debate sobre adaptação e redução de emissões.

As novas NDCs precisam ser apresentadas até fevereiro de 2025 e devem estar alinhadas com o primeiro Balanço Global do Acordo de Paris (GST, na sigla em inglês), encerrado em 2023 na COP28, em Dubai. O GST fez recomendações aos países sobre critérios para alinhar as metas ao objetivo de estabilizar o aquecimento global em 1,5°C, inclusive produzir NDCs com reduções absolutas para toda a economia e abarcando todos os gases, além de prever a eliminação gradual dos combustíveis fósseis, duplicar a energia renovável, triplicar a eficiência energética e parar e reverter a perda de florestas até 2030. O novo ciclo de NDCs, juntamente com a necessidade de aumentar as metas das NDCs hoje sobre a mesa – que em seu conjunto reduziriam emissões em menos de 6% em 2030⁵ em relação a 2019, quando deveriam produzir uma redução de 43% – é a última chance de limitar o aquecimento global ao nível acordado em Paris.

Em agosto de 2024, o Observatório do Clima publicou uma proposta de NDC que visa tornar os resultados do GST alcançáveis e que representa a contribuição justa do Brasil para o objetivo de 1,5°C. Ela propõe um corte de 92% nas emissões líquidas do país em 2035 em relação a 2022, limitando-as a 200 milhões de toneladas de CO₂ equivalente. A NDC do OC será discutida no capítulo 5 deste relatório.

O SEEG 12 também traz indicações importantes sobre o cumprimento da NDC atualmente vigente, com metas para 2025 e 2030. Ele atualiza o cálculo apresentado no ano passado sobre a proporção da queda nas taxas de desmatamento necessárias para o cumprimento da meta de 2025 de limitar as emissões líquidas a 1,32 GtCO₂e.

Observatório do Clima propõe corte de

92%

nas emissões líquidas do país em 2035

5 UNFCCC, Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat. 28/10/2024. Disponível em <https://unfccc.int/documents/641792>



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 ⁶.

⁶ Gatti, L.V., et al, Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, 595, pp. 388–393 (2021). <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03629-6>



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 MapBiomias 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 MapBiomias 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.



2

Emissões por Setor

2.1 AGROPECUÁRIA

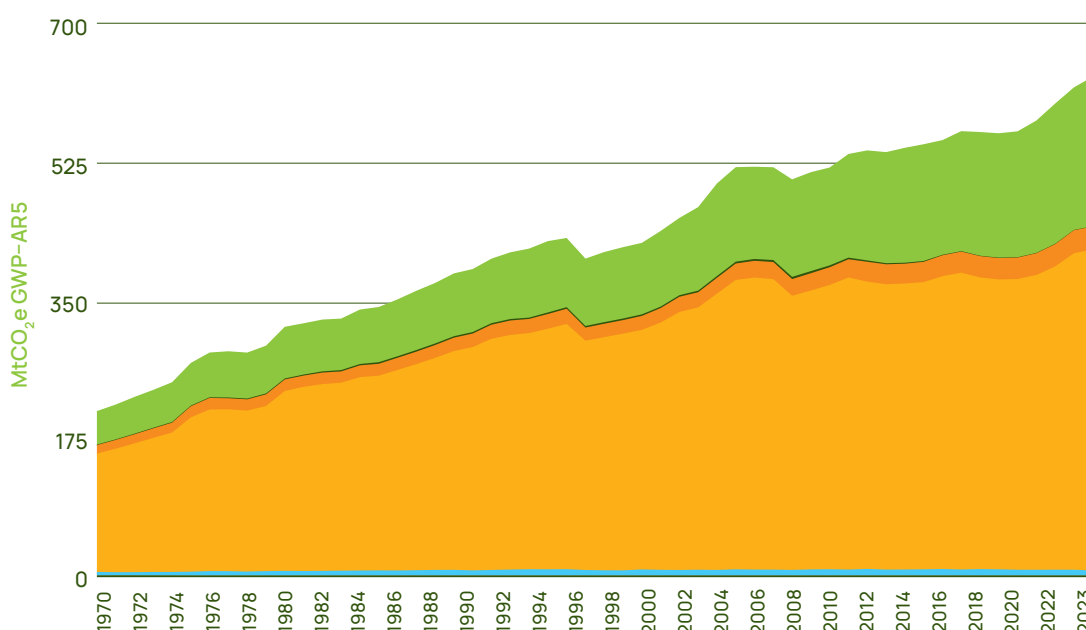
Em 2023, as emissões do setor agropecuário foram novamente, e pelo quarto ano seguido, as mais altas da série histórica, superando o recorde do ano anterior, com o total de 631,2 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (GWP AR5). Trata-se de um aumento de 2,2% em relação a 2022 (617,8 milhões de toneladas). Desde 1970 (quando o setor emitiu 211,4 milhões de toneladas de CO₂e), as emissões da agropecuária praticamente triplicaram.

No setor de agropecuária são contabilizadas as emissões provenientes da fermentação entérica (o popular “arroto” do boi), nome dado à digestão de celulose no estômago de animais ruminantes, que emite metano; do tratamento e da disposição que os dejetos do rebanho recebem; do cultivo de arroz irrigado; da queima dos resíduos agrícolas do cultivo de cana-de-açúcar e algodão; e do manejo dos solos agrícolas, considerando o incremento de nitrogênio via utilização de insumos, operações agrícolas e uso de calcário (solos manejados). O SEEG também estima as emissões e remoções por solos, que não são contabilizadas no inventário nacional e, portanto, são reportadas separadamente (veja box na pág. 17).

FIGURA 4

Emissões da agropecuária por subsetor no período de 1970 até 2023.

- Solos manejados
- Queima de resíduos agrícolas
- Manejo de dejetos animais
- Fermentação entérica
- Cultivo de arroz



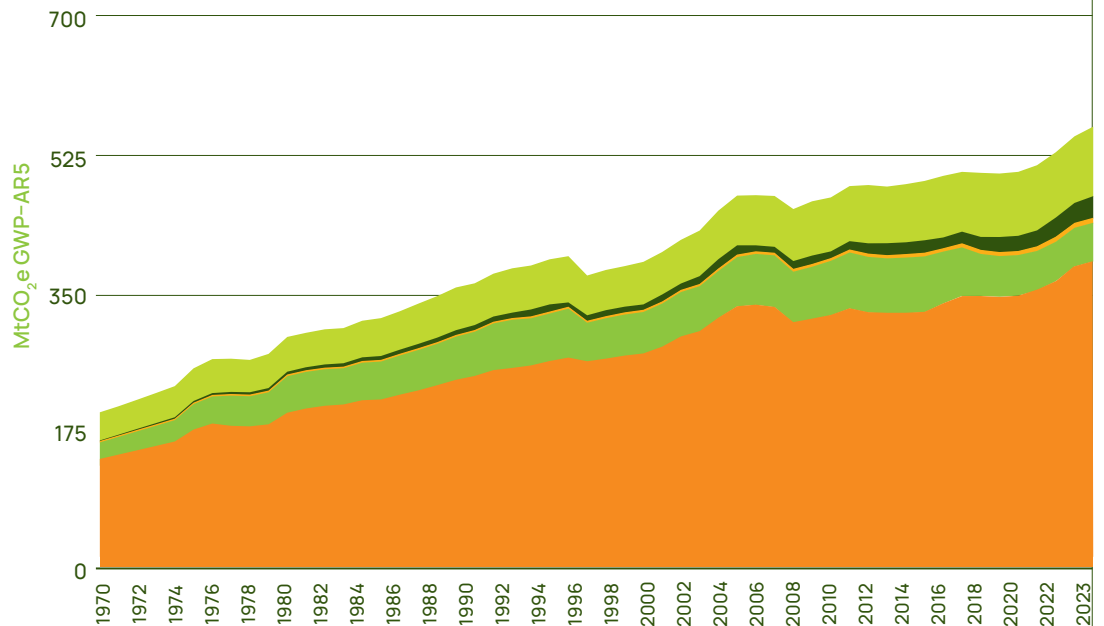


2 Emissões por Setor

FIGURA 5

Emissões da agropecuária pelas principais fontes no período de 1970 até 2023

- Gado de Leite
- Uso de Calcário
- Gado de Corte
- Fertilizantes Sintéticos
- Demais Fontes



Do total de emissões do setor, a agricultura representou 20% (127,6 MtCO₂e), e a pecuária, 80% (503,5 MtCO₂e), com aumento de 5% e 1%, respectivamente, em relação a 2022. A maior emissão do setor vem da fermentação entérica, que respondeu por 64,2% do total (405,1 MtCO₂e), com um aumento de 1,5% em relação a 2022. Considerando a emissão total da pecuária, o rebanho destinado para a produção de carne segue sendo a principal fonte emissora do setor, com o gado de corte tendo emitido em 2023 o total de 417,6 MtCO₂e, contra 51,9 MtCO₂e do gado de leite, com aumento de 1,7% e redução de 0,3% entre 2022 e 2023, respectivamente.

A principal causa do aumento nas emissões foi, assim como em 2022, o crescimento do rebanho bovino. Em 2023 ele foi mais uma vez o maior registrado pelo IBGE, com 238,6 milhões de cabeças, contra 234,9 milhões no ano anterior, um aumento de 1,6%. Segundo o IBGE, esse aumento está associado aos efeitos da retenção de fêmeas para a produção de bezerros, marcando a reversão de um ciclo de aumento do abate de fêmeas entre 2019 e 2022.

Esse aumento do rebanho total veio acompanhado com aumento dos abates, que chegaram em 34,1 milhões, sendo a segunda maior quantidade da série, ficando atrás somente dos 34,4 milhões de cabeças do ano de 2013. Já a produção de carcaças foi recorde, com 8,96 milhões de toneladas, cerca de 12% mais do que a de 2022, de 8,01 milhões de toneladas. Mesmo assim, houve uma ligeira queda no rendimento, com 262,8 quilos de carcaça por animal contra 267,5 quilos por animal em 2022, segundo dados do IBGE.



Na agricultura, a maior fonte emissora são os fertilizantes sintéticos nitrogenados, com 37,6 MtCO₂e. Essa fonte praticamente se manteve no patamar do ano anterior, quando a emissão foi de 37,3 MtCO₂e. Esse aumento de 0,7% na emissão se deveu à maior aplicação de insumo no campo (aumento de 2,1% em 2023, com o total de 5,8 milhões de toneladas). Em 2023 também ocorreu um maior consumo de calcário agrícola, com elevação de 8,4%. Com 29,4 MtCO₂e, a calagem, como é conhecida a prática de aplicar calcário, foi a quarta maior fonte de emissões da agropecuária e a segunda da agricultura.

Os solos manejados, que compõem a maior parte das emissões diretas da agricultura, responderam por 29,8% das emissões do setor agropecuário, com 187,8 MtCO₂e contra os 178,9 MtCO₂e no ano de 2022. Essas emissões são essencialmente de N₂O (óxido nitroso), proveniente dos dejetos dos animais no pasto, da decomposição dos resíduos vegetais da produção agrícola e do uso de fertilizantes sintéticos, respondendo por 35,2% (66,1 MtCO₂e), 23,2% (43,5 MtCO₂e) e 20% (37,6 MtCO₂e) da categoria emissora, respectivamente, sendo que também são contabilizadas as emissões de CO₂ pelo uso de calcário e aplicação de ureia como fonte de fertilizante sintético nitrogenado.

Em seguida vem o manejo de dejetos, com 28,8 MtCO₂e, respondendo por 4,6% do setor e com redução de 0,6% em relação a 2022, puxada principalmente pela redução do rebanho de suínos. Ele é seguido pelo cultivo de arroz irrigado, que respondeu por 1,5% das emissões do setor, com 9,2 MtCO₂e, e foi o que apresentou a maior queda anual nas emissões, sendo de 11,8% – devido a uma redução na área total cultivada. Por último, tem-se a queima de resíduos agrícolas, essencialmente cana-de-açúcar, que teve uma queda de 6,4%, saindo de 335 mil toneladas CO₂e em 2022 para 313 mil toneladas CO₂e em 2023 (menos de 1% das emissões da agropecuária no ano passado).

Em 2023, a produção agrícola alcançou mais um novo recorde, com o total de 316,4 milhões de toneladas, sendo cerca de 19,6% a mais do que em 2022. A área colhida também aumentou 5,5%, chegando aos 96,3 milhões de hectares. Ainda segundo dados do IBGE, a produção de soja, cana-de-açúcar, milho e algodão bateu recorde. A produção de soja atingiu 152,1 milhões de toneladas (+25,4%), o que mantém o Brasil como o maior produtor, enquanto a cana-de-açúcar totalizou 782,6 milhões de toneladas (+7,8%). O milho teve produção de 131,9 milhões de toneladas (+20,2%), sendo que tanto a área plantada quanto a produção foram maiores para a segunda safra da cultura, e o algodão, 7,5 milhões de toneladas (+18,3%).

Alocando as emissões por estado, a liderança no ranking fica mais uma vez com Mato Grosso, com 92,4 MtCO₂e, se mantendo praticamente estável e respondendo por 15% das emissões nacionais da agropecuária. Essa posição, ocupada desde 2003, é justificada principalmente pelo fato de MT possuir o maior rebanho bovino do país, com mais de 34 milhões de cabeças em 2023, correspondendo a 14% do rebanho nacional, mesmo com a redução de 0,7% em relação ao ano de 2022. Também foi o que mais consumiu fertilizantes sintéticos nitrogenados, um total de 1,2 milhão de toneladas, sendo cerca de 20% do consumo nacional, mesmo com a redução de 15%



2 Emissões por Setor

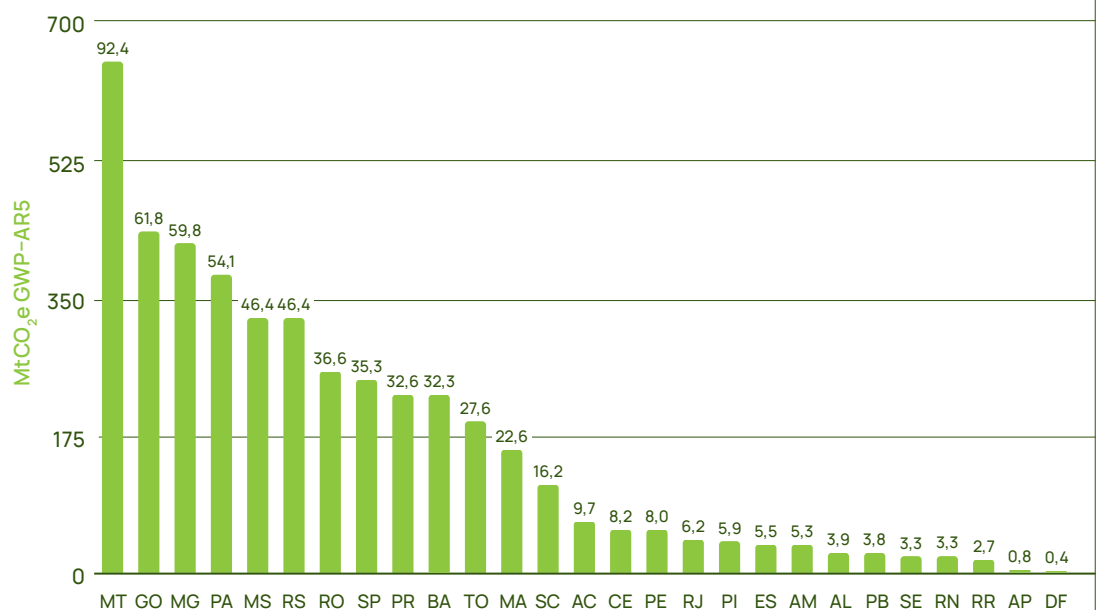
de seu consumo comparado com 2022. Além disso, é o estado que mais consumiu calcário, responsável por 21% do consumo nacional, com o total de 13,2 milhões de toneladas, sendo que houve aumento de 15% comparado com 2022.

Logo em seguida aparecem Goiás e Minas Gerais, com as emissões de 61,8 MtCO₂e e 59,8 MtCO₂e, respectivamente. Juntos, esses três estados respondem por 34% das emissões nacionais da agropecuária.

Mato Grosso é o que mais emite tanto pela pecuária quanto pela agricultura, com totais de 68,8 MtCO₂e e 23,7 MtCO₂e, respectivamente. Considerando somente a pecuária, Pará é o segundo maior emissor, com 50,5 MtCO₂e, seguido por Goiás (48,8 MtCO₂e), Minas Gerais (47,6 MtCO₂e) e Mato Grosso do Sul (38,5 MtCO₂e). Em todos esses estados, a fermentação entérica foi o processo mais emissor da atividade de produção animal, com destaque para o gado de corte e de leite. Esses cinco estados são responsáveis por metade das emissões da pecuária no país.

Em relação à agricultura, o perfil dos estados mais emissores é diferente. O segundo maior é o Rio Grande do Sul (18,5 MtCO₂e), com a maior parte dessas emissões decorrentes da produção de arroz irrigado, justamente por concentrar a maior área colhida e produção do país. Logo após aparece Goiás, com 12,9 MtCO₂e, tendo os fertilizantes sintéticos nitrogenados como a maior fonte emissora. Depois aparecem São Paulo (12,6 MtCO₂e) e Minas Gerais (12,2 MtCO₂e), com os fertilizantes sintéticos nitrogenados e o uso de corretivos agrícolas sendo as principais fontes emissoras. Esses cinco estados juntos responderam por 63% das emissões da atividade de agricultura.

FIGURA 6
Ranking das emissões estaduais do setor agropecuário em 2023





AS EMISSÕES E REMOÇÕES DE CARBONO DO AGRO PELOS SOLOS AGRÍCOLAS

Além das emissões provenientes da produção agropecuária, o setor também é responsável por gerar emissões e remoções de carbono pelos solos. Essas remoções, provenientes da disseminação e do emprego de práticas e tecnologias ABC (Agropecuária de Baixa Emissão de Carbono), desempenham papel fundamental na busca por atender às metas climáticas do Acordo de Paris, assim como para guiar o setor na direção de uma produção de baixas emissões, buscando aumentar a produtividade ao mesmo tempo em que estocam mais carbono, reduzindo emissões de gases de efeito estufa. No entanto, elas ainda não são contabilizadas nos inventários nacionais, por falta de metodologia oficial para estimá-las.

Desde 2015 o SEEG realiza o exercício de estimar a contribuição do setor para as remoções nacionais, ao contabilizar as emissões e remoções provenientes do manejo de solos agropecuários e o balanço de carbono no solo.

Entre as emissões de carbono pelo solo, foram consideradas as geradas pelas lavouras que ainda empregam o sistema de plantio convencional e as pastagens com algum nível de perda de vigor, processo que leva à degradação. Já as remoções são decorrentes das áreas de lavoura com adoção das práticas de plantio direto (PD) e sistema de plantio direto (SPD), as pastagens com alto vigor (bem manejadas), as florestas plantadas (FP) e os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Em 2023, o balanço de carbono no solo resultou em uma remoção líquida estimada de 191,1 milhões de toneladas de CO₂, representando um aumento na remoção líquida de 1,1% em relação ao balanço de 2022 (189 milhões de toneladas de CO₂). Esse balanço de carbono resulta da somatória das emissões e remoções de carbono pelo solo, que totalizaram 92,6 MtCO₂ e 283,7 MtCO₂, respectivamente.

Das emissões brutas, cerca de 48% (44,9 MtCO₂) vieram de pastagens com indícios de degradação (vigor baixo e médio, ou seja, aquelas pastagens que se encontram com redução na capacidade de sustentar um determinado número de animais por hectare). Já os 51% restantes foram emitidos pelas lavouras que ainda empregam o cultivo convencional, totalizando 47,7 MtCO₂. Por essa prática de preparo e manejo há o revolvimento das camadas superiores do solo por aração e gradagem, causando perda do carbono da superfície.

Quanto às remoções, 47% (132,5 MtCO₂) foram provenientes das pastagens com alto vigor, que contribuem com o aumento e a manutenção do estoque de carbono no solo devido à adoção de boas práticas de manejo. Logo em seguida, os sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta (ILPF) foram responsáveis por 41% das remoções, removendo 115,5 MtCO₂. Com 10% das remoções vêm as áreas sob práticas de plantio direto (PD) e sistema de plantio direto (SPD), que juntas resultaram na remoção de 28,4 MtCO₂. Por último, as florestas plantadas (FP), juntamente com o componente florestas dos sistemas integrados ILPF, foram responsáveis pelas 7,2 MtCO₂ restantes, com 3% das remoções do setor pela etapa de produção. A Figura 7 traz para o ano de 2023 as emissões e remoções de carbono pelo solo estimadas para o setor agropecuário.

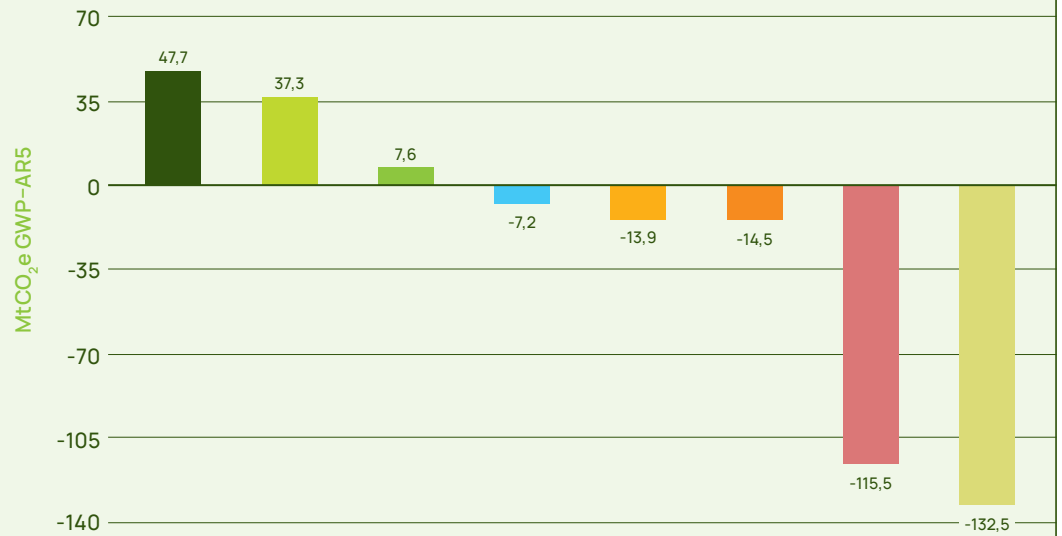


2 Emissões por Setor

FIGURA 7

Emissões e remoções de carbono pelo solo do setor agropecuário em 2023.

- Lavouras cultivadas sob sistema convencional
- Pastagens de baixo vigor
- Pastagens de médio vigor
- Florestas plantadas
- Lavouras cultivadas sob plantio direto
- Lavouras cultivadas sob sistema plantio direto
- Sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta
- Pastagens de alto vigor

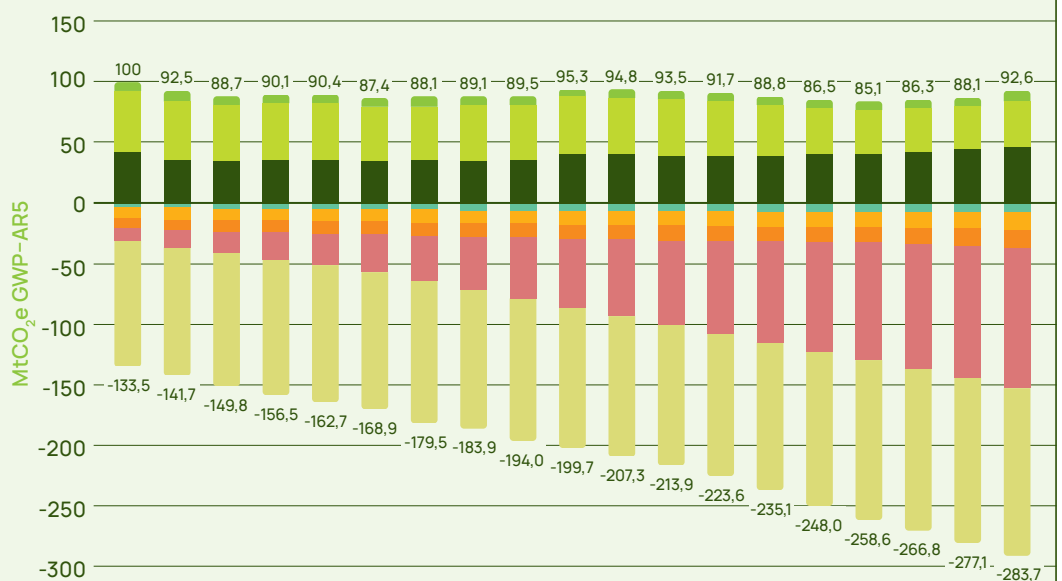


Devido à indisponibilidade de dados sobre a área agrícola cultivada e manejada sobre esses sistemas de produção e com a adoção de práticas e tecnologias de baixas emissões, somente a partir do ano de 2005 foi possível realizar o cálculo completo de emissão e remoção de carbono pelo solo, considerando os sistemas avaliados nesta coleção. Isso demonstra como é fundamental para o setor conseguir monitorar, qualificar e fomentar esses sistemas, práticas e tecnologias de baixas emissões, para que cada vez mais seja possível caracterizar e dimensionar as contribuições para mitigação das emissões do setor. Assim, em 2005 o balanço líquido indicava uma remoção 33,6 MtCO₂, aumentando mais de cinco vezes até chegar em 2023. A Figura 8 traz as emissões e remoções de carbono pelo solo na agropecuária.

FIGURA 8

Emissões e remoções de carbono pelo solo do setor agropecuário entre 2005 e 2023.

- Lavouras cultivadas sob sistema convencional
- Pastagens de baixo vigor
- Pastagens de médio vigor
- Pastagens de alto vigor
- Florestas plantadas
- Lavouras cultivadas sob plantio direto
- Lavouras cultivadas sob sistema plantio direto
- Sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta





2 Emissões por Setor

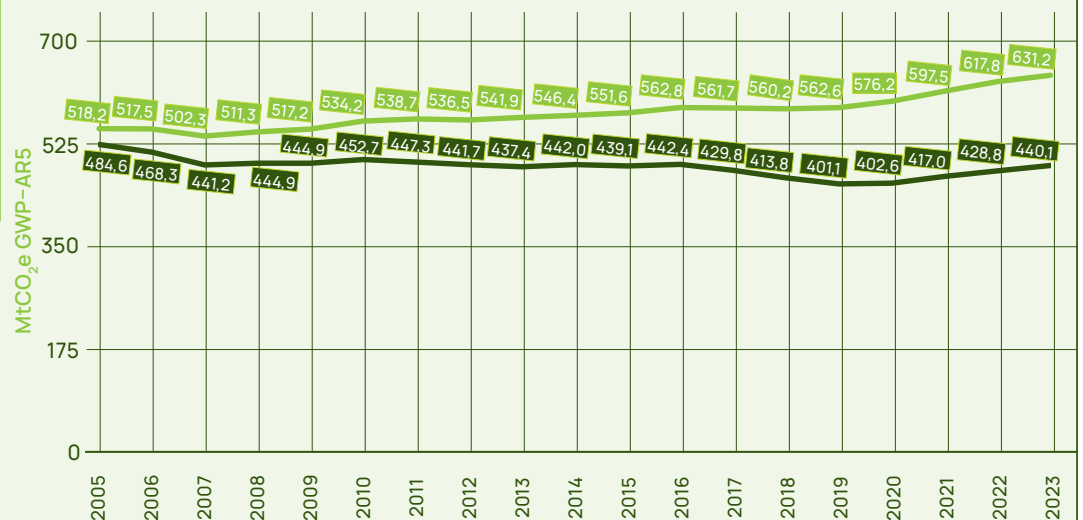
As pastagens são a principal fonte de emissão e remoção de carbono por solos. Em 2023, segundo o MapBiomass (Coleção 9), as pastagens com algum nível de perda de vigor (baixo e médio) totalizaram 105,4 milhões de hectares, cerca de 64,1% da área total de pastagens, enquanto as pastagens com alto vigor responderam pelos 35,9% restantes, com 59,1 milhões de hectares. Isso demonstra o potencial que há para a adoção de boas práticas agropecuárias, com o fomento e a adoção de tecnologias de mitigação e adaptação, ainda mais em áreas já antropizadas, sendo fundamental a promoção de sistemas de produção agropecuários mais eficientes e produtivos, sem a necessidade de desmatamento de novas áreas.

Fazendo o balanço de gases de efeito estufa do setor agropecuário, contabilizando as emissões estimadas seguindo a metodologia do 4º Inventário Nacional, juntamente com as emissões e remoções de carbono pelo solo, haveria em 2023 uma emissão de 440,1 MtCO₂e, cerca de 30% menor do que a emissão total reportada para o ano de 2023 sem o cômputo das remoções por solos (631,2 MtCO₂e). Isso demonstra como o setor é capaz de reduzir suas emissões sem afetar sua produtividade e produção. A Figura 10 traz a estimativa do balanço de gases de efeito estufa do setor agropecuário.

FIGURA 9

Balanço de carbono do setor agropecuário entre 2005 e 2022.

- Emissões totais
- Emissões líquidas



Nesse sentido, o atual Plano ABC+ (Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixas Emissão de Carbono na Agropecuária), já no quarto ano do seu novo ciclo e décimo quarto ano desde o seu surgimento, traz as tecnologias de baixas emissões novas, juntamente com as que já estavam presentes em seu primeiro ciclo, renomeadas de SPSabc (sistemas, práticas, produtos e processos de produção sustentáveis), sendo a base para o alcance da meta de mitigação de 1,11 GtCO₂e até o final de 2030, segundo seu plano operacional.

Para que essa meta seja alcançada e comprovada, será necessário superar alguns desafios históricos enfrentados pelo plano setorial, como o monitoramento confiável e acessível da adoção e expansão dos SPSabc, a compatibilização da metodologia de cálculo das estimativas de redução e remoção de acordo com a adotada pelo inventário nacional vigente, a consideração de novas formas de mitigação viáveis a im-



plementar e, por último, o aumento do acesso às linhas de crédito responsáveis por financiar o pacote tecnológico do Plano ABC+, que precisam se tornar mais atrativas e que comprovadamente sejam destinadas para os objetivos que se propõem, com parcelas cada vez maiores do Plano Safra destinadas ao RenovAgro (antigo Programa ABC), de forma que cada vez mais recurso seja disponibilizado que essas soluções de fato cheguem a todos os tipos e tamanhos de produtores do país. Exemplo disso é o quanto de recurso foi alocado pelo Plano Safra 2024/2025 para a linha do RenovAgro, sendo somente 1,9% do total, cerca de R\$7,68 bilhões, dos R\$400,59 bilhões previstos, sendo o maior montante até então disponibilizado.

Além disso, o sistema de monitoramento do plano, o SINABC (Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura), precisa disponibilizar para consulta os dados de monitoramento da implementação do plano, assim como a contabilização de seus avanços em relação à mitigação de gases de efeito estufa de modo compatível com a metodologia adotada pelo 4º Inventário Nacional.

2.2 ENERGIA E PROCESSOS INDUSTRIAIS

No setor de energia estão alocadas as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis em atividades que necessitam de força motriz ou calor, tais como o transporte, a indústria e a geração de eletricidade. São alocados em energia tanto os gases emitidos pela queima de gasolina em um motor que movimenta um carro quanto os emitidos pela queima de gás fóssil para aquecer uma caldeira industrial.

Além das emissões provenientes da queima de combustíveis, existem no setor de energia as chamadas emissões fugitivas, escapes (intencionais ou não) de gases durante a exploração, o transporte ou a produção de combustíveis. O vazamento de metano (CH_4) em poços de exploração de petróleo é um exemplo de emissão fugitiva.

As atividades industriais emitem gases de efeito estufa quando queimam combustíveis para a obtenção de energia. Essas emissões são, então, alocadas no setor de energia. No entanto, essa não é a única forma de emissão nas indústrias, que também geram gases de efeito estufa devido a transformações físico-químicas que ocorrem durante a fabricação de materiais – como o aço ou o cimento – ou por consequência da utilização de produtos. É o caso do uso de HFCs (uma família de gases com alto poder de aquecimento do planeta) em aparelhos de refrigeração. Tais emissões são alocadas no setor de processos industriais e uso de produtos (PIUP). Como mais um exemplo de emissões de PIUP, pode-se citar os gases de efeito estufa emitidos durante a transformação de bauxita em alumínio.

Neste capítulo, os setores de energia e de PIUP serão tratados conjuntamente, uma vez que possuem dinâmicas de aumento ou diminuição de emissões semelhantes, diretamente relacionadas com a economia do país, e que, além disso, possuem algumas atividades em comum (atividades industriais que emitem tanto pela queima de combustíveis quanto pela transformação ou uso de materiais).



2 Emissões por Setor

Em 2023, energia e PIUP emitiram juntos 511,3 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e). Esse valor representa 22% das emissões brutas do Brasil no último ano, sendo 18% referentes ao setor de energia e os outros 4% ao de PIUP. Cada um desses dois segmentos apresentaram um tímido aumento de 1% em suas emissões em relação ao ano anterior.

As duas próximas figuras ilustram a série histórica de emissões de energia e PIUP. Na primeira, é possível notar o pequeno aumento do montante emitido em 2023 em relação ao valor registrado para o ano anterior. Já na segunda, encontram-se detalhadas as emissões de cada atividade emissora, o que possibilita observar quais delas tiveram maior influência no resultado geral dos dois setores.

Entre 2015 e 2020, os setores de energia e PIUP vinham experimentando uma tendência de queda ou estagnação em suas emissões, essencialmente devido à desaceleração da economia brasileira nesse período, potencializada pela pandemia de Covid-19. Já em 2021, esse grupo de atividades apresentou uma das maiores

FIGURA 10

Emissões de gases de efeito estufa nos setores de Energia e Processos Industriais e Produtos (PIUP).

- Energia
- Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP)
- Total (Energia + PIUP)

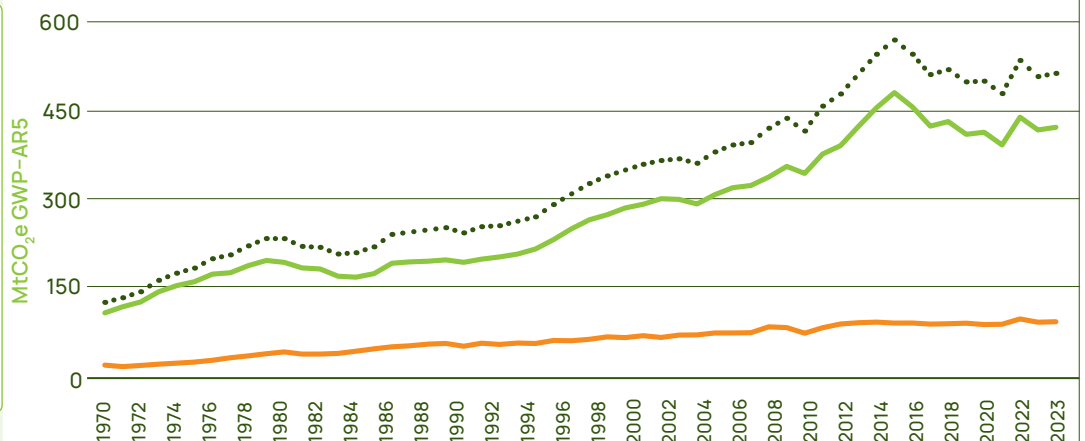
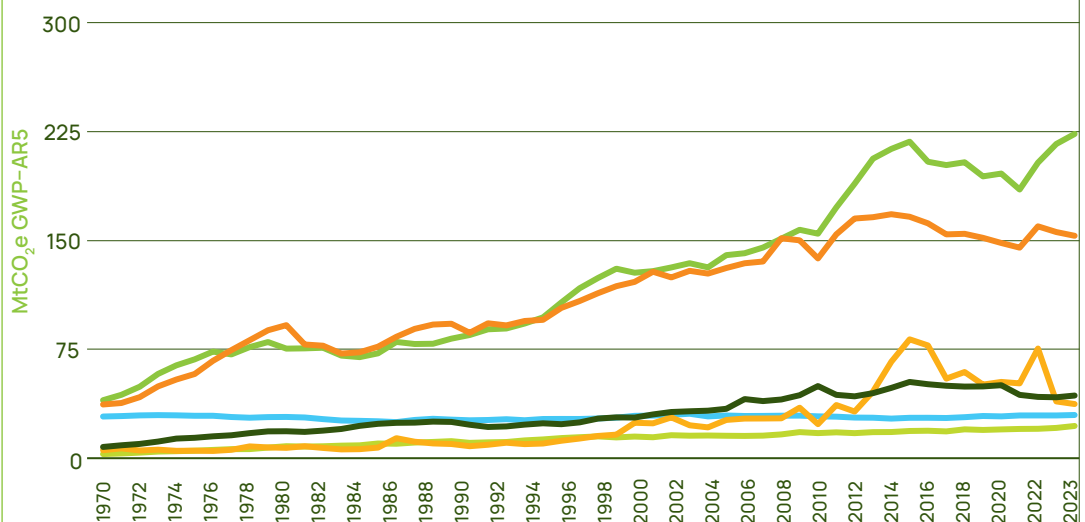


FIGURA 11

Emissões de gases de efeito estufa nas atividades de energia e PIUP.

- Transportes: 224 MtCO₂e
- Indústria: 154 MtCO₂e
- Produção de combustíveis: 44 MtCO₂e
- Geração de eletricidade: 38 MtCO₂e
- Edificações: 30 MtCO₂e
- Agropecuária: 23 MtCO₂e





taxas de crescimento anual de emissões da série histórica, o que foi um reflexo da reaceleração de atividades econômicas como indústria e transportes, bem como de um maior uso de combustíveis fósseis.

Em 2023, as emissões voltam a apresentar aumento. O maior vetor desse resultado foi a atividade de transportes, que, segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN) 2024, bateu seu recorde de consumo de combustíveis fósseis – 2023 foi o ano em que mais se queimou diesel de petróleo e gasolina automotiva em veículos no país.

Nesse contexto de incremento na demanda de combustíveis fósseis em transportes, as emissões em veículos atingiram 223,8 milhões de toneladas de CO₂e em 2023, representando 44% dos gases de efeito estufa emitidos em energia e PIUP. Tais emissões só não foram maiores porque a matriz energética da atividade de transportes apresentou um ligeiro aumento da participação de renováveis, que cresceu de 22% no ano anterior para 22,5% em 2023, reflexo de um acréscimo de 19% no consumo de biodiesel em relação a 2022 e de 6% no de etanol.

Para inverter essa tendência de aumento das emissões de transportes, o país tem potencial para promover de forma ambiciosa um maior uso desses e outros biocombustíveis (veja box sobre o tema). São também necessários esforços para ampliar o uso de veículos com novas tecnologias de propulsão, principalmente elétricos a bateria e híbridos flex. No transporte de passageiros, é preciso, sobretudo, repensar o planejamento urbano para desenvolver cidades mais acessíveis e compactas, incentivando deslocamentos coletivos e ativos. Já no que tange o transporte de cargas, responsável pela maior parcela de consumo de diesel de petróleo em veículos, é salutar investir em ferrovias e hidrovias para reduzir a dependência das rodovias, desde que essas novas infraestruturas não causem conflitos em áreas socioambientalmente sensíveis.

De forma oposta ao que se observou em transportes, as emissões da atividade de geração de eletricidade seguem em tendência de queda desde 2022. Com estabilidade no regime hídrico, a geração hidrelétrica nos últimos dois anos (2022 e 2023) atingiu os níveis mais altos no país desde 2011. Além disso, a geração solar fotovoltaica alcançou 50,6 TWh (centralizada e distribuída) em 2023, o que representa um crescimento de 68% em relação a 2022. Já as usinas eólicas forneceram 95,8 TWh ao sistema elétrico (crescimento de 17%). Dessa maneira, a participação de renováveis na matriz elétrica brasileira chegou a 89% no ano passado, maior percentual dos últimos 14 anos. A próxima figura ilustra a dinâmica histórica da geração elétrica por diferentes fontes e categorias de usinas, onde é possível observar uma diminuição de 8% na geração termelétrica a combustível fóssil, o que causou a queda nas emissões provenientes da geração de eletricidade.

Participação de renováveis na matriz elétrica brasileira

89%

em 2023

Voltando à figura 11, nota-se ainda que a atividade industrial também obteve queda nas emissões somadas dos setores de energia e PIUP. As emissões dessa atividade, que consideram tanto a queima de combustíveis para obtenção de energia quanto os processos industriais e uso de produtos, apresentaram uma queda de 2,6 milhões de toneladas de CO₂e em 2023 em relação a 2022 (-2%).

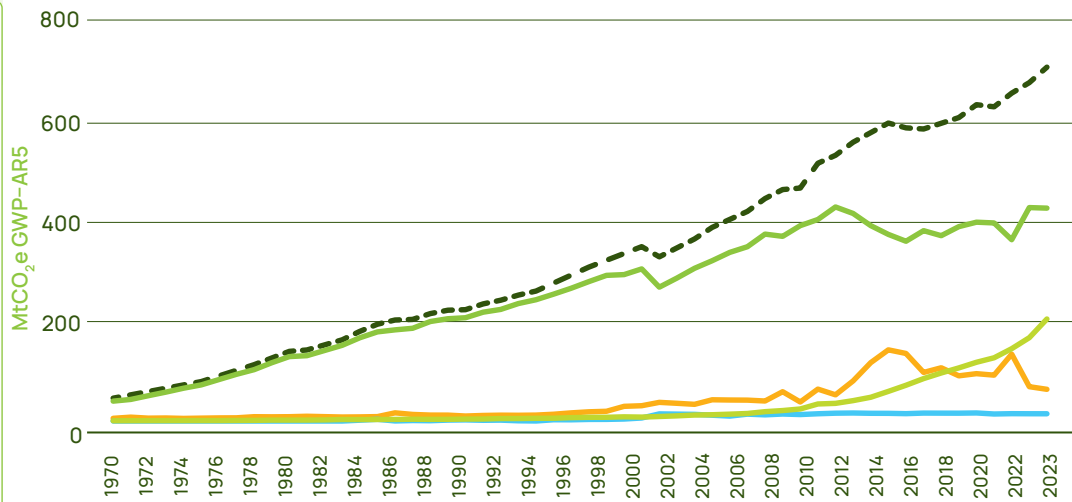


2 Emissões por Setor

FIGURA 12

Geração de eletricidade no Brasil por categoria de usina.

- Hidrelétricas
- Outras renováveis (biomassa, eólica e solar)
- Termelétricas a combustível fóssil
- Termelétricas a energia nuclear
- Geração total



Fonte: Balanço Energético Nacional 2024 – Ano-base 2023 (Ministério de Minas e Energia)

No entanto, é importante ressaltar que, tratando as emissões industriais de maneira desagregada entre os setores de energia e PIUP, é possível observar comportamentos distintos. No que diz respeito somente ao setor de energia, houve queda de 5% nas emissões entre 2023 e 2022, consequência de um aumento de 3% no uso industrial de eletricidade e de uma redução de 5% no consumo de carvão mineral. Também houve redução de 6,5% no consumo energético de gás natural, utilizado em diversos segmentos industriais. Já no setor de PIUP, foi registrado um incremento de 1% nas emissões, sendo que o aumento na produção de cimento foi o grande influenciador desse comportamento.

BIOCOMBUSTÍVEIS

Em 2023, o consumo total de energia no Brasil atingiu quase 290 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Destes, 49% foram de energias renováveis, como solar, eólica, hídrica e biomassa, sendo esta última responsável pela maior parte desse percentual. Em 2000, a participação da biomassa na matriz energética era de 25%, enquanto em 2023 esse valor cresceu para 34%, denotando o grande potencial do país em produzir e utilizar essa categoria de energia (bioenergia).



2 Emissões por Setor

FIGURA 13

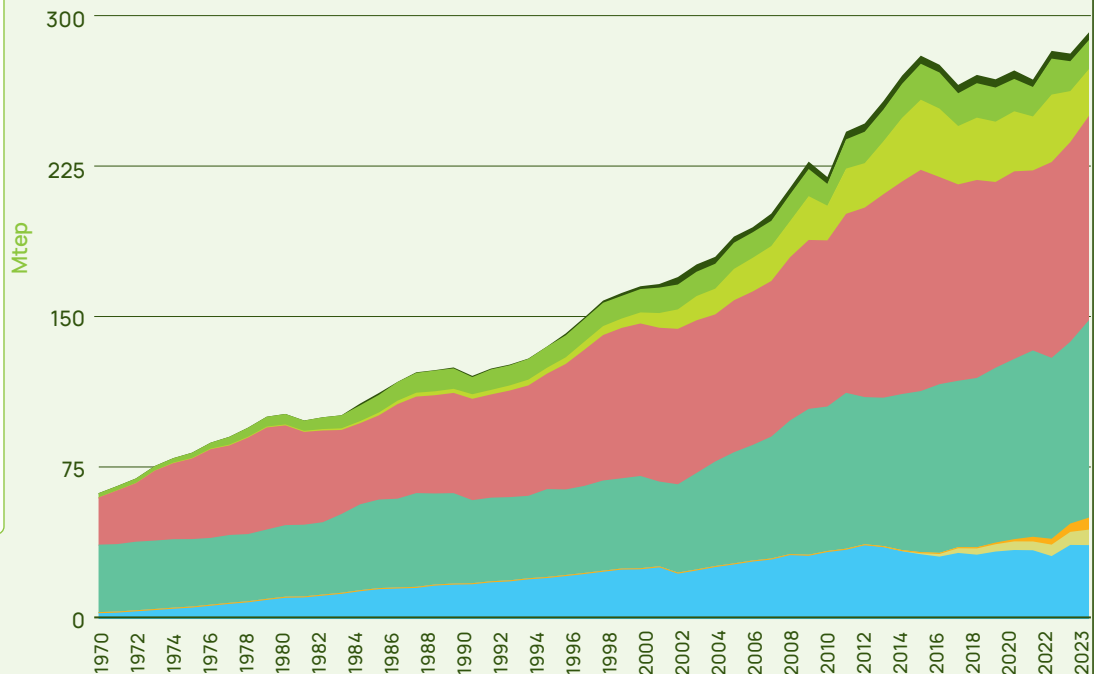
Consumo energético
no Brasil por
combustível

Não renovável (49%)

- Nuclear (1%)
- Carvão Mineral (5%)
- Gás Natural (8%)
- Petróleo (35%)

Renovável (51%)

- Biomassa (34%)
- Solar (2%)
- Eólica (3%)
- Hidráulica (13%)



Fonte: Balanço Energético Nacional 2024 - Ano-base 2023 (Ministério de Minas e Energia)

O consumo de biomassa é proveniente de diversas fontes, como etanol, bagaço de cana, biodiesel, lenha, carvão vegetal e outras. Dentre as atividades que mais utilizam esses combustíveis, a indústria se destaca, respondendo por quase 50% do consumo, seguida pelo transporte, com 21%. Sendo essas justamente as duas atividades que mais emitem nos setores de energia e PIUP, a expansão desse já relevante uso de bioenergia é vislumbrada como alternativa importante para mitigar emissões na indústria e nos transportes. O bagaço de cana, por exemplo, é um dos biocombustíveis mais utilizados, especialmente na indústria de alimentos e bebidas, correspondendo, ao todo, a 40% da biomassa usada como combustível.

Nos próximos anos, espera-se um crescimento do consumo energético da biomassa, impulsionado pela expectativa de aumento do teor de biodiesel na mistura com o diesel de petróleo, do teor de etanol anidro na gasolina C, no aumento da eficiência produtiva e em inovações na produção de novos biocombustíveis, como o diesel verde. Esse cenário se alinha à posição do país, que possui expertise na produção desses combustíveis. Além disso, políticas nacionais de incentivo, como a Lei do Combustível do Futuro, sancionada em 2024, que inclui o Programa Nacional do Diesel Verde (PNDV) e o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (PROBIOQAV), têm como objetivo promover a pesquisa, a produção e o uso desses biocombustíveis nos próximos anos.

É fundamental frisar, no entanto, que a ampliação da produção de biocombustíveis deve ser acompanhada de salvaguardas socioambientais, com avaliações sobre em quais áreas e quais recursos serão utilizados para a produção de bioenergia, integrando essa iniciativa a uma estratégia de conservação e restauração de terras.



2.3 RESÍDUOS

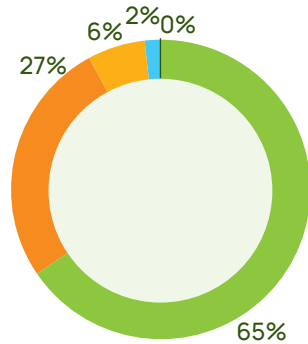
Em 2023, o setor de resíduos foi responsável pela emissão de quase 92 milhões de toneladas de CO₂e, um aumento de 1% em relação ao ano anterior. No entanto, as emissões se mostraram estáveis nos últimos cinco anos, em torno de 91 milhões de toneladas, sem grandes oscilações.

Do total emitido, a principal contribuição permanece associada à disposição de resíduos sólidos em aterros controlados, lixões e aterros sanitários (65,4%), seguida do tratamento de efluentes domésticos (26,6%), do tratamento de efluentes líquidos industriais (6,2%) e contribuições menos significativas da incineração, da queima a céu aberto e da compostagem, que são práticas pouco adotadas no Brasil. A figura abaixo ilustra a divisão das emissões do setor.

FIGURA 14

Distribuição das emissões do setor de resíduos no ano de 2023.

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

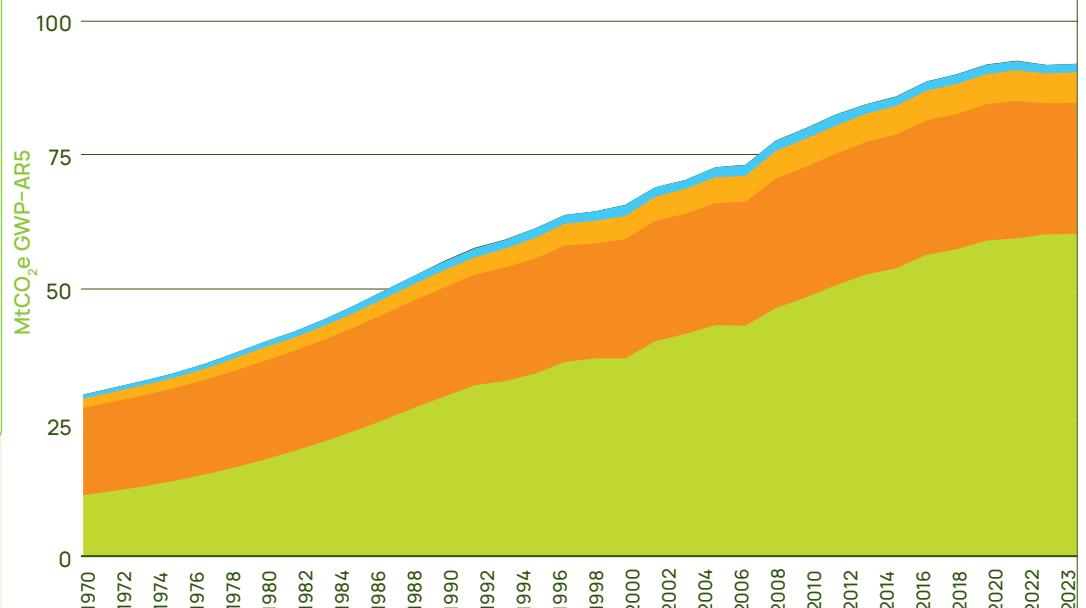


Historicamente, as emissões do setor são marcadas pelo crescimento acentuado (com certa estabilização desde 2020, quando as emissões vêm se mantendo na casa das 91 MtCO₂e). Esse comportamento está associado ao aumento da população, a avanços no acesso aos serviços de saneamento, bem como ao aproveitamento 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, o que não gera grandes alterações no comportamento das emissões ao longo dos últimos anos.

FIGURA 15

Série histórica (1990 a 2023) das emissões do setor de resíduos.

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





2.3.1 Disposição final de resíduos sólidos

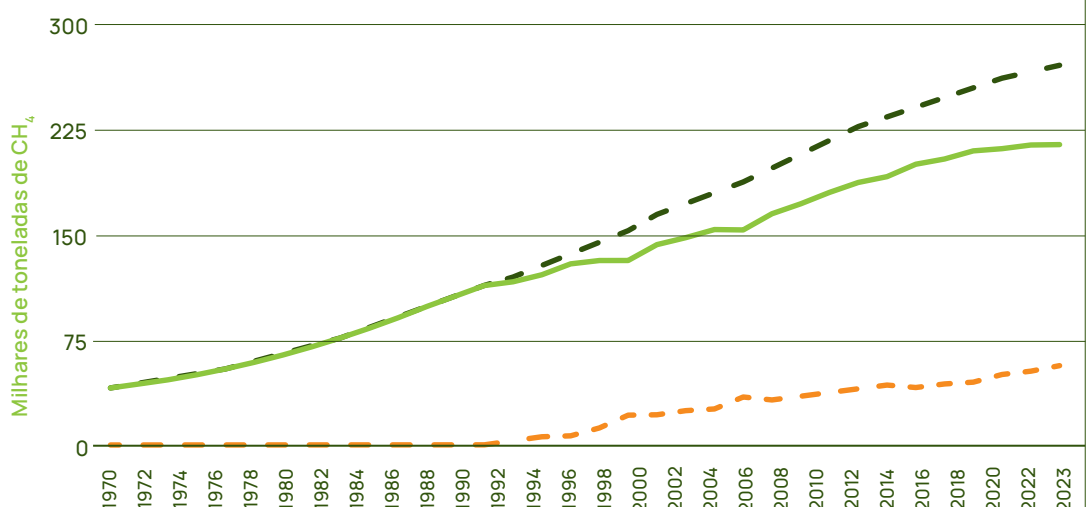
Em 2023, a disposição final de resíduos sólidos foi responsável pela emissão de 59,9 MtCO₂e. Além do crescimento populacional e do aumento na geração de resíduos verificado desde 1970, também se observa uma ampliação do acesso aos serviços de gestão de resíduos sólidos municipais, em especial na taxa de coleta e nos índices de disposição final ambientalmente adequada. 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 cerca de 70% dos resíduos são dispostos em aterros sanitários⁷. Isso também significa que a maior parte das emissões do setor estão associadas a essa lógica de tratamento (48% 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 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. De acordo com a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, apenas 3% dos resíduos brasileiros são reciclados.

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 2023, foram recuperadas 565 mil toneladas de CH₄ em 54 aterros sanitários, o que representou um aumento de 7% em relação ao ano anterior. A recuperação do biogás é responsável por evitar a emissão de cerca de 20% de todo metano gerado na disposição final.

FIGURA 16

Emissão de metano pela disposição final considerando a recuperação de biogás em aterros sanitários

- Emissão sem recuperação de metano
- Recuperação de metano em aterros sanitários
- Emissão final



⁷ Ministério das Cidades, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/rs>



2.3.2 Tratamento biológico

Como a quantidade de resíduos encaminhada para o tratamento biológico por meio de compostagem é baixa, as emissões dessa categoria também são menos significativas. Em 2023, o tratamento biológico foi responsável pela emissão de cerca de 3 mil tCO₂e, contribuindo com menos de 0,1% do total das emissões do setor de resíduos.

2.3.3 Incineração e queima a céu aberto

Em 2023, a incineração e queima a céu aberto foram responsáveis pela emissão de 1,6 MtCO₂e, mantendo a mesma contribuição em relação a 2022.

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 a sua contribuição nas emissões totais do setor é menos significativa.

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 esse tipo de prática não estão aumentando de forma significativa, refletindo o fato de que cada vez mais a população brasileira está com mais acesso aos serviços de saneamento.

2.3.4 Efluentes líquidos domésticos

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 cerca de 45% das emissões dessa categoria vêm de efluentes que são coletados e tratados; 23%, de efluentes não coletados; 17% de soluções individuais; e 15% de efluentes que são coletados, mas não tratados.

Em 2023, o tratamento e o afastamento de efluentes líquidos foram responsáveis pela emissão de 24,3 MtCO₂e, sendo a segunda categoria que mais contribui para as emissões relacionadas com a gestão de resíduos. A contribuição da categoria permaneceu a mesma que no ano anterior.

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. Se considerássemos toda a fração não tratada (incluindo o que é coletado e o que não é), seria observada uma contribuição de 55% das emissões da categoria.



2.3.5 Efluentes líquidos industriais

Em 2023, a categoria de efluentes líquidos industriais foi responsável pela emissão de 5,7 MtCO₂e, representando 6,2% das emissões do setor e um aumento de 2,5% em relação a 2022. A produção de leite cru (43%), de celulose (18%) e de carne bovina (17%) são as principais fontes de emissão da categoria. Além disso, algumas produções apresentaram queda na emissão em relação a 2022: cerveja com 6,1% a menos; celulose com 3,0% de redução e leite pasteurizado, com 2,9%.

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.

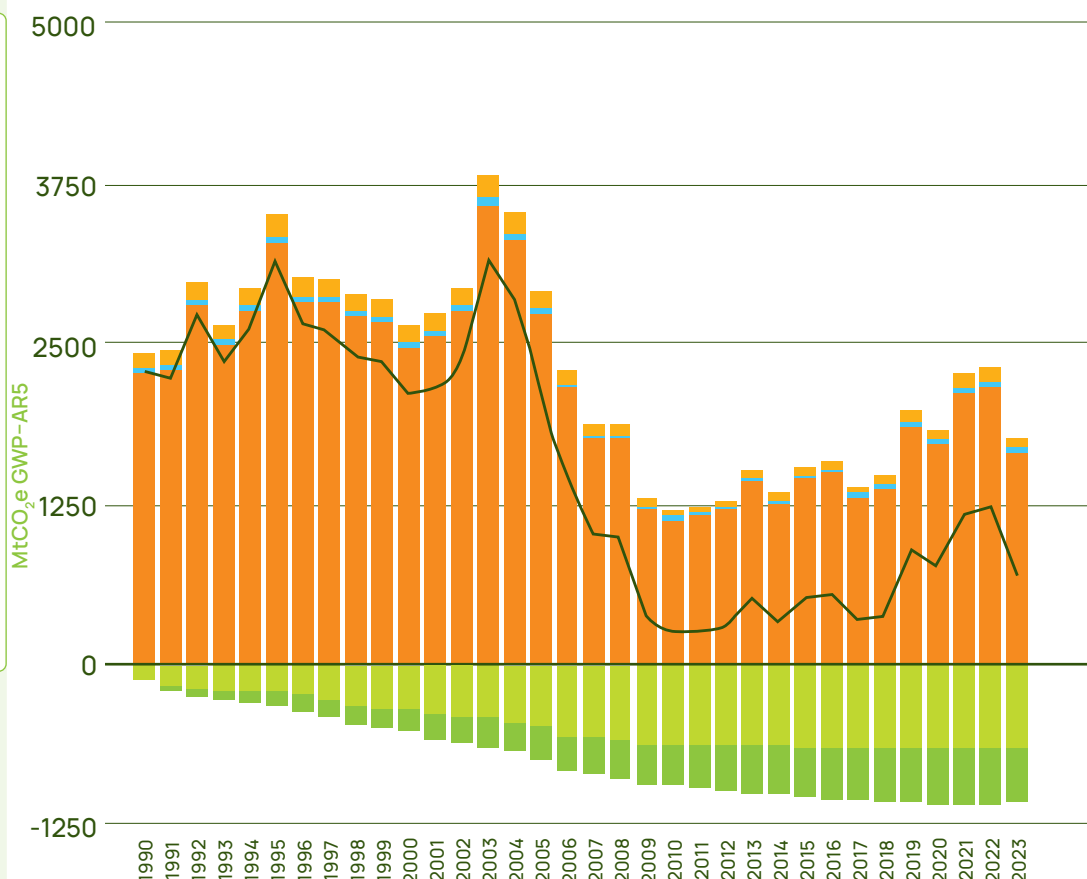
2.4 MUDANÇAS DE USO DA TERRA E FLORESTAS

As mudanças no uso da terra foram responsáveis pela emissão de 1,06 bilhão de toneladas brutas de CO₂ equivalente em 2023. Isso mantém o setor como a maior fonte de emissão bruta de gases do efeito estufa do país, representando 46% do total nacional naquele ano (Figura 17). Quando consideradas as remoções por áreas protegidas, vegetação secundária e outras mudanças de uso da terra, o setor apresentou uma emissão líquida de 419 MtCO₂e no último ano, cerca de 25% das emissões líquidas brasileiras.

FIGURA 17

Emissões e remoções brutas e emissões líquidas por mudança de uso da terra no Brasil entre 1990 e 2023.

- Alterações de uso da terra
- Remoção em Áreas protegidas
- Remoção por vegetação secundária
- Carbono orgânico no solo
- Resíduos florestais
- Emissões líquidas





As emissões brutas tiveram alta em 2021 e 2022. Para encontrar emissões tão altas quanto as do governo passado, seria preciso retornar a 2005. Mas, em 2023, as emissões brutas caíram quase 24% em comparação com 2022 (de 1.392 para 1.062 milhões de toneladas de CO₂e). As emissões líquidas tiveram uma redução ainda maior, de 43% (de 741 para 419 milhões de toneladas) entre 2022 e 2023.

As remoções na parte negativa do gráfico no último ano se dão principalmente por remoções em áreas protegidas (60%, 386 milhões de toneladas de CO₂e), seguida de remoções por vegetação secundária (39%, 254 milhões de toneladas de CO₂e). Essas remoções permaneceram praticamente inalteradas em 2023 em relação a 2022.

As alterações de uso da terra representaram 93% das emissões do setor no último ano, seguida de uma pequena parcela de emissões por queimadas associadas ao desmatamento (5%) e de alterações no estoque de carbono orgânico do solo (2%).

A maior parte (60%) das remoções ocorre de áreas de vegetação nativa que permanece como tal em áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas), mas a real remoção nessas áreas pode estar superestimada, devido a processos de degradação florestal não contabilizados nessas áreas, que reduzem a capacidade de remoção. O restante das remoções vem do crescimento da vegetação secundária, que equivalem a 39% (254 MtCO₂e), e de outras mudanças de uso da terra, que equivalem a menos de 1% (2 MtCO₂e).

Do total das emissões brutas em 2023, 98% provém de desmatamento, com 1,04 bilhão de toneladas de CO₂e. Desse total, 65% (678 milhões de toneladas) são provenientes de desmatamento na Amazônia, seguido do Cerrado, com 19% (202 milhões de toneladas). A Mata Atlântica vem em terceiro, com 7% (74 milhões de toneladas), seguida de Caatinga (6%, 60 milhões de toneladas), Pantanal (2%, 16 milhões de toneladas) e Pampa (outro 1%, 10 milhões). Os únicos biomas nos quais as emissões por desmatamento caíram em relação a 2022 foram a Amazônia (redução de 37%) e o Pampa (redução de 15%). No Cerrado elas aumentaram 23%, na Caatinga, 11%, na Mata Atlântica, 4%, e no Pantanal, 86%, maior alta percentual.

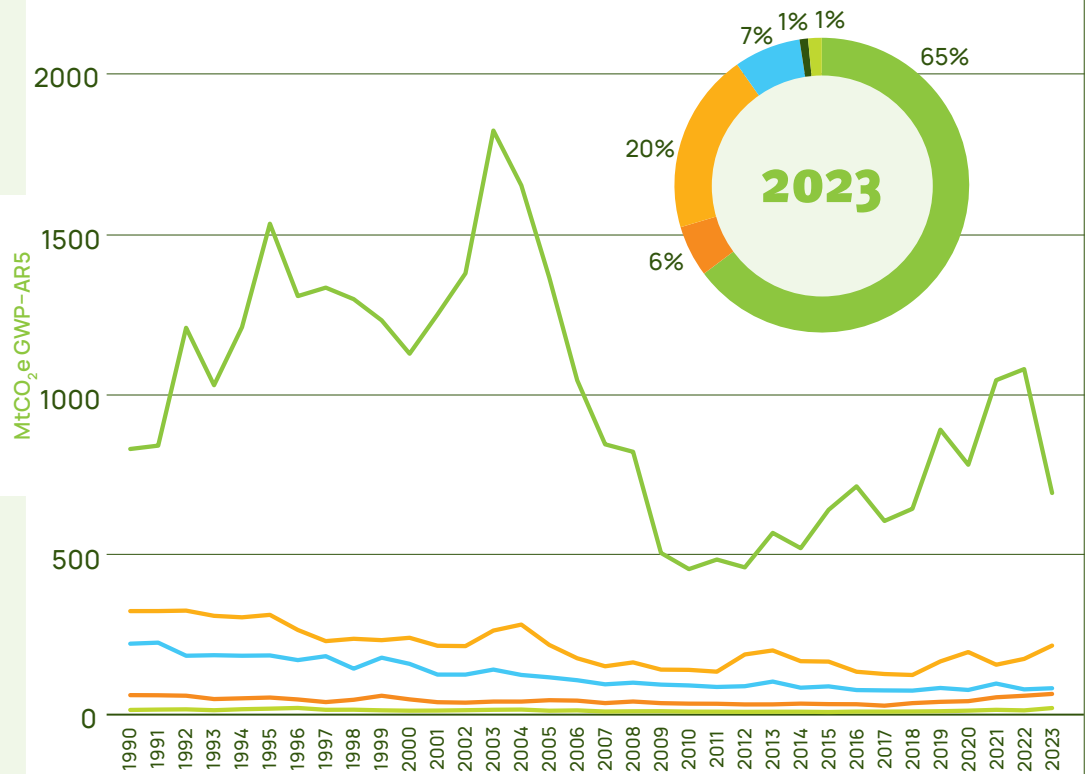


2 Emissões por Setor

FIGURA 18

Emissões brutas por mudança de uso da terra por bioma entre 1990 e 2023 e a proporção de contribuição de cada bioma em 2023.

- Amazônia
- Caatinga
- Cerrado
- Mata Atlântica
- Pampa
- Pantanal



A Amazônia é o bioma que historicamente mais tem emitido gases do efeito estufa, decorrentes principalmente do avanço da pecuária sobre as florestas. Em 2022, as emissões brutas do bioma foram cinco vezes maiores do que as do Cerrado, em razão da maior área desmatada e do maior estoque de carbono nas florestas. Mas em 2023, essa distância diminuiu e as emissões brutas da Amazônia foram 3,5 vezes maiores do que as do Cerrado.

De acordo com o sistema Prodes, do Inpe, desde 2019 o desmatamento na Amazônia vinha superando o patamar de 10.000 km². Em 2023, o desmatamento caiu para 7.812 km². 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.

Apesar da elevada taxa de desmatamento na Amazônia, a perda da vegetação nativa no Cerrado ocorre em uma velocidade proporcionalmente três vezes maior. As emissões do Cerrado representaram 20% das emissões brutas de MUT em 2023, sobretudo em razão do aumento do desmatamento legal na região do Matopiba, região formada pelos estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O aumento da



2 Emissões por Setor

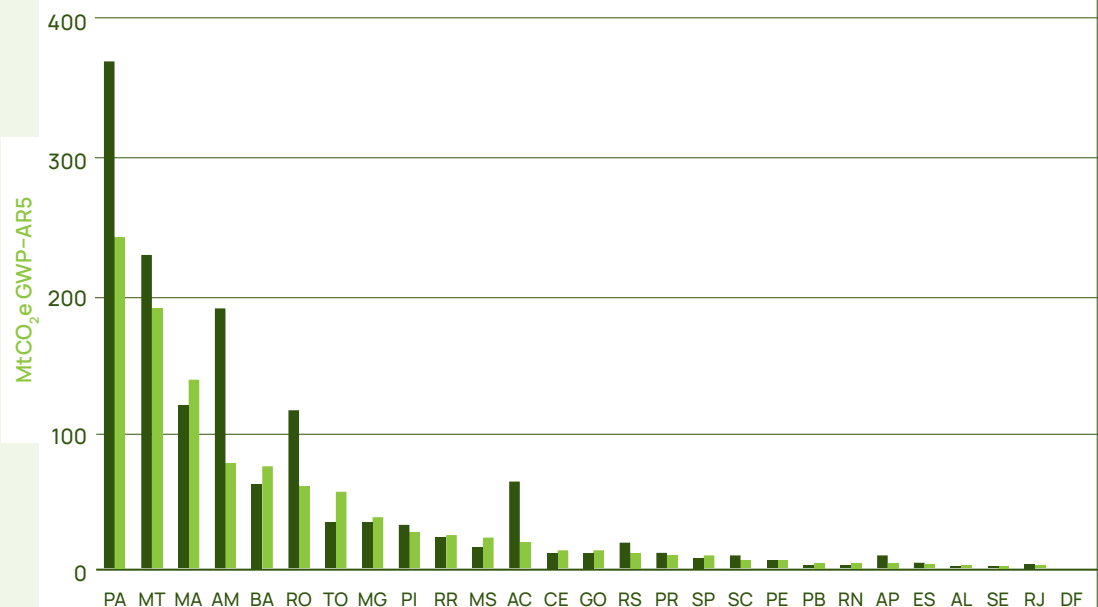
devastação no Cerrado num momento de queda na Amazônia já ocorreu em outros momentos e provavelmente indica “vazamento” do desmate entre biomas.

Com relação aos padrões estaduais, diminuições expressivas nas emissões brutas foram observadas principalmente no Pará (35%), Amazonas (59%), Rondônia (49%) e Acre (71%). Na contramão, os estados com maiores emissões brutas no último ano e que apresentaram aumento entre 2022 e 2023 são Maranhão (15%), Bahia (21%) e Tocantins (69%)

FIGURA 19

Emissões brutas por estado em 2022 e 2023, no setor de Mudança de Uso da Terra e Florestas.

● 2022
● 2023





3

Emissões Alocadas por Estado

Nesta 12ª edição do SEEG foi possível alocar 97% das emissões nacionais de gases de efeito estufa aos estados. Devido ao uso do Map-Biomass para estimar as emissões de mudança de uso da terra, foi possível alocar 100% das emissões desse setor às Unidades da Federação. Na agropecuária, também 100% das emissões foram alocadas, em consonância com os dados do IBGE, principalmente. No setor de resíduos, apenas 0,03% das emissões não puderam ser alocadas, enquanto no setor de energia e processos industriais, as não-alocações responderam por, respectivamente, 10% e 30% das emissões.

Em 2023, os estados do Pará (13,6% do total) e de Mato Grosso (13,0%) aparecem como os principais emissores brutos, seguidos de Maranhão (7,6%), Minas Gerais (7,4%) e São Paulo (6,7%). Esta é a primeira vez que o Maranhão figura entre os cinco maiores emissores brutos nas coleções de dados do SEEG, devido ao aumento das emissões por desmatamento no Cerrado. Quando se olha emissões líquidas, Mato Grosso passa a liderar o ranking, com 14,9%, seguido por São Paulo (8,9%) e Maranhão (8,8%).

FIGURA 20

Emissões brutas por estado, 2023.

- Mudança de Uso da Terra e Floresta
- Agropecuária
- Energia
- Resíduos
- Processos Industriais

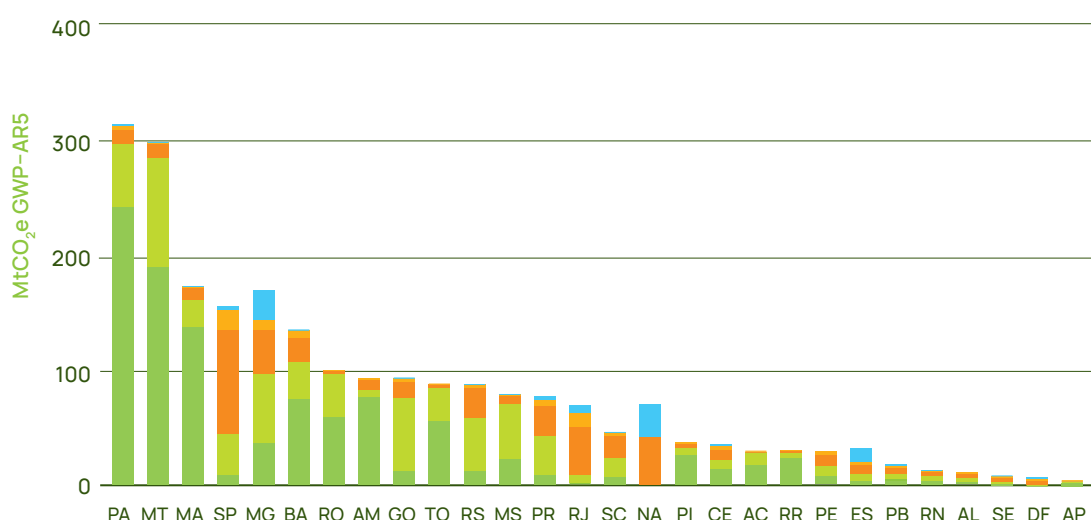
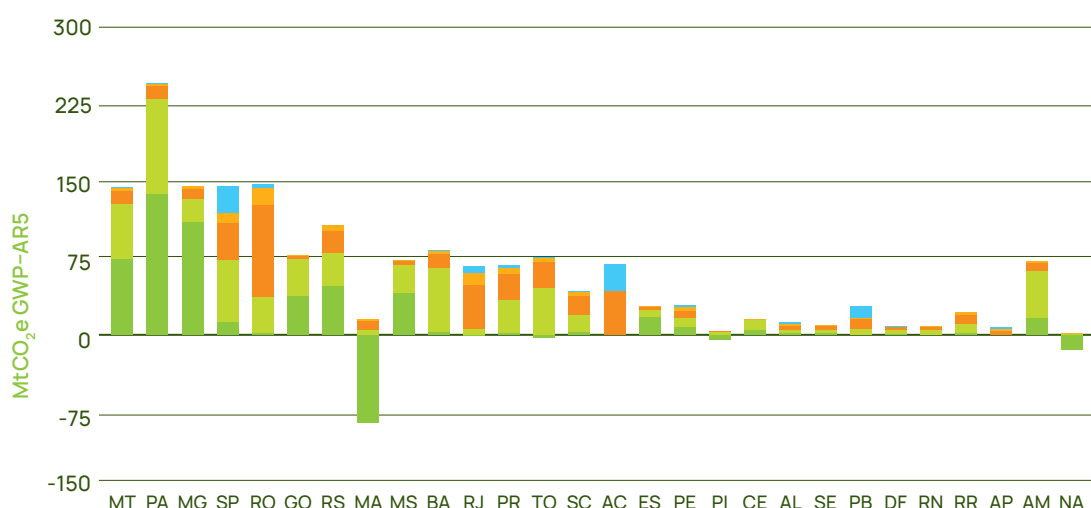


FIGURA 21

Emissões líquidas por estado, 2023.

- Mudança de Uso da Terra e Floresta
- Agropecuária
- Energia
- Resíduos
- Processos Industriais





Quando se analisa as emissões brutas per capita, o Estado que lidera o ranking é Mato Grosso, com 78 toneladas de CO₂e emitidas por habitante em 2023 – 12 vezes mais que a média mundial, de 6,3 toneladas per capita –, seguido por Rondônia, com 57 toneladas. Devido ao forte desmatamento e à grande produção agropecuária, combinados a uma população relativamente pequena, a emissão média por habitante em Mato Grosso é três vezes maior que a dos Emirados Árabes, um dos países com maiores emissões per capita, e quatro vezes e meia maiores que a dos Estados Unidos. Mato Grosso, Rondônia e Pará têm como principais fontes de emissão o desmatamento e a atividade pecuária. Já em São Paulo e Minas Gerais predominam as emissões do setor de energia (especialmente o transporte) e, no caso mineiro, também o gado de leite.

Quando se consideram as emissões líquidas, ou seja, descontando remoções por florestas secundárias, áreas protegidas e terras indígenas, a perspectiva se altera e dois estados amazônicos passam a ter emissões negativas, ou seja, sequestram mais carbono que emitem: o Amazonas (-70 MtCO₂e), o Amapá (-12 MtCO₂e). Isso ocorre devido à grande área de terras indígenas e unidades de conservação nas três Unidades da Federação, e ao desmatamento ainda relativamente baixo no Amazonas, apesar da aceleração recente (considerando a área total do Estado) e no Amapá (o Estado proporcionalmente menos desmatado da Amazônia Legal). Cada cidadão amazonense e amapaense removeram em 2023, respectivamente, 16 toneladas e 15 toneladas de CO₂ equivalente da atmosfera.



4

Emissões por Fogo

O Brasil ainda não computa em seu inventário as emissões de gases de efeito estufa causadas por fogo não associado a desmatamento e outros processos emissores da degradação florestal. No entanto, novos estudos vêm mostrando que as queimadas, a extração seletiva de madeira e a fragmentação de ecossistemas são elementos cada vez mais importantes na determinação precisa dos estoques de carbono. Na Amazônia, por exemplo, a extensão de floresta degradada já ultrapassa a de área desmatada.

À medida que os efeitos da mudança climática se agravam, essas emissões ficarão mais importantes, mesmo num cenário de redução das taxas de desmatamento como o verificado na Amazônia em 2023 e 2024. 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 (não-contabilizadas no inventário).

No caso do setor de MUT, as emissões por incêndio em vegetação nativa carregam um grau de incerteza devido ao fato de que são parcialmente compensadas pela posterior rebrota da vegetação, em especial nos biomas Pantanal, Cerrado e Caatinga, cujas espécies são adaptadas ao fogo – que também ocorre naturalmente, provocado por raios no início da estação chuvosa. No entanto, em florestas úmidas, como a Amazônia e a Mata Atlântica, a vegetação é sensível e não adaptada, e a recuperação pode ser muito lenta ou não ser completa. Com o aumento da estação seca e da frequência de grandes estiagens, novos distúrbios podem ocorrer antes que o carbono perdido pelo fogo se recupere. Além disso, a queima de biomassa causa emissões imediatas de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), que não retornam mesmo após a rebrota.

Desde 1990, as queimadas não associadas ao desmatamento, ou seja, em áreas que não foram posteriormente desmatadas, totalizaram 4,3 bilhões de toneladas de emissões líquidas (já descontando a remoção por rebrota) de CO_2 e entre 1990 e 2020, sendo que 36% deste total ocorreu em savanas, 54% em florestas e o restante em vegetação campestre. A Amazônia foi o bioma que mais contribuiu com esta estimativa (54%), seguida pelo Cerrado (38%). Na série histórica do SEEG é possível notar uma tendência de aumento na emissão por fogo e de área queimada em proporção à área desmatada, possivelmente devido à intensificação e ao aumento de frequência de grandes estiagens, como em 2005, 2007, 2010, 2015/16 e 2023/24.

Em 2023, as emissões por queimadas não associadas a desmatamento no Brasil tiveram uma queda de 7% em relação a 2022, totalizando 95 milhões de toneladas de CO_2 equivalente⁸. No entanto, com a queda das emissões por desmatamento,

⁸ Para calcular as emissões NCI do fogo no SEEG, aplica-se uma máscara para considerar apenas áreas de vegetação primária. Isso serve para evitar dupla contagem com o fogo associado ao desmatamento. Embora tenha havido muita queima de floresta secundária em 2023, ano de seca recorde da Amazônia, isso não é contabilizado nas emissões NCI do setor de mudança de uso da terra.



4 Emissões por Fogo

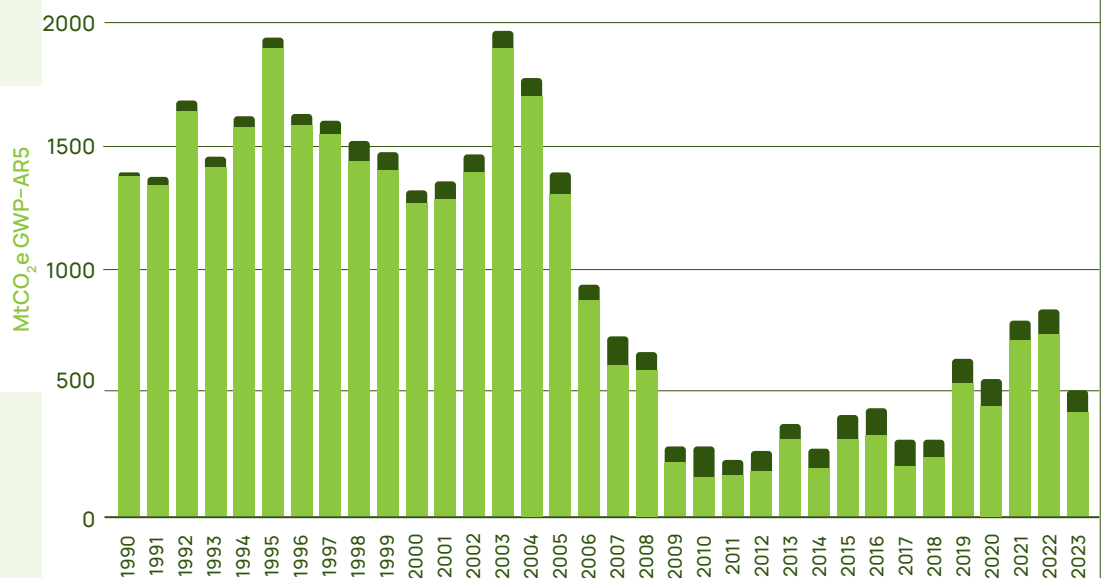
a proporção das emissões por incêndios na vegetação nativa frente às emissões líquidas totais do setor MUT passou de 14% para 23%. Em 2024, o aumento tende a ser explosivo, na esteira do recorde de incêndios florestais em todo o país.

O cálculo das queimadas NCI no SEEG 12 descontou 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 MapBiomias Fogo). Considerando todos esses incêndios em época chuvosa como de origem natural, temos uma estimativa conservadora das emissões por fogo antrópico no Brasil.

FIGURA 22

Emissões líquidas totais de MUT e emissões por queimadas não associadas a desmatamento entre 1990 e 2023.

- Emissões líquidas MUT
- Queimadas não associadas a desmatamento



Também usando dados do MapBiomias Fogo (Coleção 3), a equipe do SEEG responsável pelas estimativas de emissão do setor agropecuário fez um exercício inédito de cálculo das emissões de gases de efeito estufa por queimadas em pastagens que permaneceram como pastagens. Essa queima da biomassa também é NCI, ou seja, não é contabilizada pelo Inventário Nacional.

Usando os dados das áreas de cicatrizes de fogo do MapBiomias, foi possível obter a área queimada por bioma de cada estado, seguindo a metodologia de cálculo e dados disponíveis de biomassa em área de pasto, segundo o IPCC e o Quarto Inventário Nacional, respectivamente.

Em 2023 a emissão pela queima de pastagens que permaneceram como pastagens foi de 1,2 MtCO₂e (GWP-AR5). Essa emissão decorreu de uma área queimada total de 3,8 milhões de hectares. Essa emissão foi cerca de 28% menor do que a

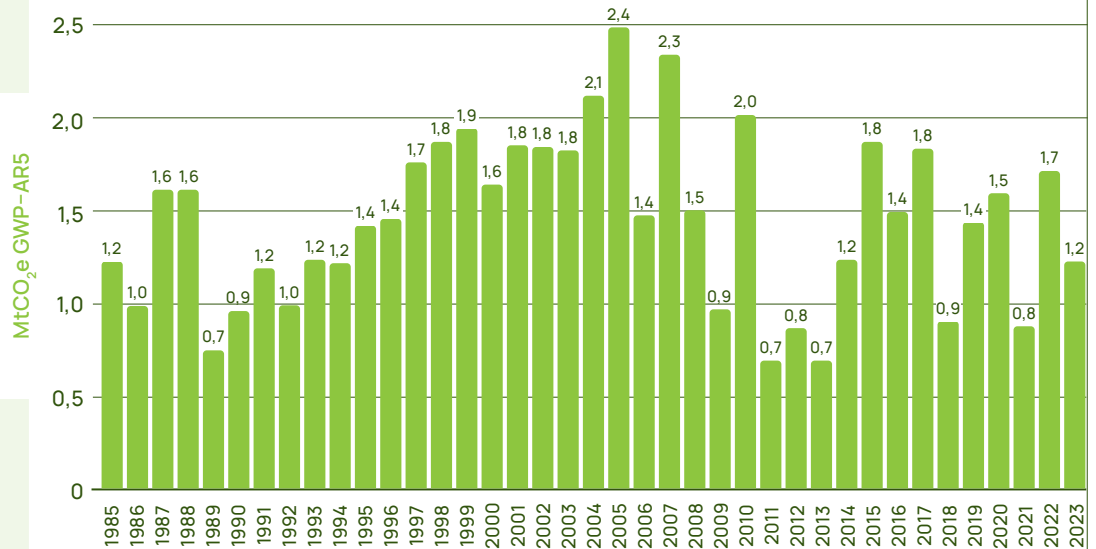


4 Emissões por Fogo

de 2022, quando a emissão foi de 1,7 MtCO₂e, a mais alta desde 2017, com uma área queimada de 5,7 milhões de hectares. A maior emissão registrada ocorreu em 2005, quando foi queimada uma área total de 7,8 milhões de hectares, seguida pela de 2007, com a área de 7,4 milhões de hectares.

FIGURA 23

Emissões da queima das áreas de pasto que permanecem como pasto após a ocorrência de fogo de 1985 até 2023.



Essas emissões decorrem da combustão da biomassa das pastagens, considerando os reservatórios da biomassa aérea e de matéria orgânica morta, resultando em emissões de CH₄, N₂O, CO e NO_x. O principal gás emitido é o CO₂, que em 2023 totalizou 16 MtCO₂, mais de 13 vezes maior do que a emissão reportada para o mesmo ano. Entretanto, essa emissão não é computada, porque, diferentemente das emissões imediatas de CH₄ e N₂O, o CO₂ é reincorporado à biomassa pela rebrota do pasto queimado.

Entre os biomas, prevalecem as emissões decorrentes das queimadas na Amazônia, respondendo por 91% em 2023, com a emissão de 1,1 MtCO₂e, sendo o bioma com a maior emissão ao longo da série histórica. O segundo bioma com mais emissões é o Cerrado, com 8% das emissões nacionais, totalizando 0,1 MtCO₂e. O terceiro bioma é a Mata Atlântica, com 1% das emissões, com uma emissão de cerca de 6,6 mil toneladas de CO₂e. Já os biomas do Pantanal e Caatinga, respondem juntos pelo 1% restantes das emissões nacionais, com 2,3 e 0,9 mil toneladas de CO₂e, respectivamente. As emissões por queima de pasto que ocorrem no bioma Pampa ocorrem em pastagens naturais, sendo contabilizadas no setor de MUT.

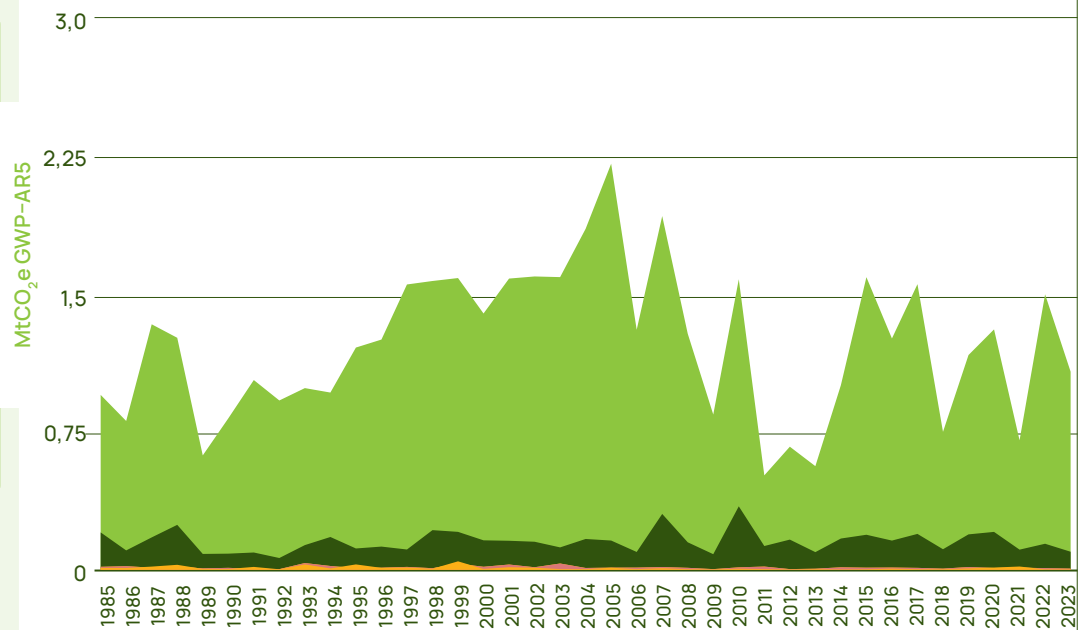


4 Emissões por Fogo

FIGURA 24

Emissões por bioma da queima das áreas de pasto que permanecem como pasto após a ocorrência de fogo de 1985 até 2023

- Amazônia
- Caatinga
- Cerrado
- Mata Atlântica
- Pantanal



O uso do fogo como prática de manejo tem diversas finalidades. Nos sistemas produtivos extensivos, serve para a limpeza do pasto, com o controle de espécies invasoras e plantas indesejadas. Apesar de ser uma prática que ainda ocorre, o uso do fogo não é indicado para as pastagens cultivadas, pois, quando bem manejadas, não necessitam da queima, além de ser uma prática que causa impactos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, na saúde humana e com risco de gerar incêndios florestais.



5

Perspectivas para a segunda NDC do Brasil

Os países signatários do Acordo de Paris precisam submeter às Nações Unidas, até fevereiro de 2025, o segundo ciclo de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que deverão vigorar de 2031 a 2035. As novas NDCs representam uma fase crucial da ação climática no mundo, pois seu grau de ambição determinará se a humanidade ainda tem chance de limitar o aquecimento global em menos de 2oC, como preconiza o Acordo de Paris.

Para que a meta de estabilizar o aquecimento global em 1.5oC – compromisso “indicativo” do acordo do clima, mas que foi sacramentado como objetivo a perseguir pelo Balanço Global acordado em 2023 em Dubai – seja alcançada, o conjunto das novas NDCs precisa levar a uma redução de 60% nas emissões globais até 2035 em relação a 2019. Além disso, as metas hoje colocadas sobre a mesa, para 2030, precisariam de um aumento de ambição, implementação e credibilidade que conduzissem a um corte de pelo menos 42% nas emissões humanas de gases de efeito estufa nos próximos seis anos em relação aos níveis de 2019. Em outubro de 2024, o relatório-síntese das NDCs, publicado anualmente pela Convenção do Clima, mostrou quão distante a humanidade está desse objetivo: somadas, as 168 NDCs disponíveis produziram, se totalmente implementadas, uma redução de 5,9%. Se implementada apenas a parte das NDCs que não está condicionada a financiamento externo, as emissões em 2030 aumentariam quase 1%⁹. É contra essa realidade aritmética que os países precisam lutar ao submeter à UNFCCC seus novos planos climáticos.

Em 2023, na COP28, nos Emirados Árabes Unidos, os países-membros da UNFCCC finalizaram a primeira avaliação do Acordo de Paris, o Balanço Global (GST, na sigla em inglês). Além da determinação de perseguir a estabilização do aquecimento global em 1.5°C, o GST orientou os países a alinhar suas NDCs com este limite de temperatura. Para isso, propôs uma série de parâmetros, que podem ser lidos como um checklist de ambição. Entre eles:

- O aumento da ambição das metas já colocadas para 2030;
- A produção de NDCs que se comprometam com reduções absolutas de emissão, que valham para toda a economia e abarquem todos os gases de efeito estufa;
- A eliminação gradual dos combustíveis fósseis (*transitioning away from fossil fuels*);
- Duplicar as energias renováveis e triplicar a eficiência energética;
- Parar e reverter a perda de florestas até 2030.

O Brasil, na condição de presidente da COP30, a conferência do clima de 2025, se comprometeu a ser um dos primeiros países a submeter sua nova NDC. O país tem em vigor hoje uma meta absoluta para 2025 e uma para 2030, dadas pela quarta atualização de sua primeira NDC, conforme a Resolução no 5/2023 do Comitê Inter-

⁹ UNFCCC, *Nationally determined contributions under the Paris Agreement. Synthesis report by the secretariat*. 28/10/2024. Disponível em <https://unfccc.int/documents/641792>



ministerial sobre Mudança do Clima. O país deve chegar em 2025 com uma emissão de no máximo 1,32 GtCO₂e, o que representa uma redução de 48% das emissões em relação ao ano-base 2005 apuradas no 4º Inventário Nacional, e em 2030 com a emissão máxima de 1,2 GtCO₂e, o que representa uma redução de 53%.

A nova NDC será derivada de trajetórias de mitigação modeladas no âmbito do Plano Clima Mitigação, de onde deverá também sair a estratégia de longo prazo do Brasil para zerar suas emissões líquidas em 2050.

Como faz desde 2015, o Observatório do Clima se antecipou ao governo federal e publicou, em agosto de 2024, uma proposta de segunda NDC para o Brasil. O exercício visa estabelecer a barra de ambição, mostrando o que pode ser feito de forma realista para transformar a economia no sentido de entregar os cortes de emissão que representem a contribuição justa do país para um mundo de 1.5oC e para o cumprimento das recomendações do GST.

A NDC do OC se baseia numa abordagem de fair share desenvolvida pelo consórcio Climate Equity Reference Project, na qual o esforço global de mitigação é repartido pelos países de acordo com sua responsabilidade histórica e sua capacidade de agir (calculada de acordo com a renda da população). Ela também atende à visão da rede de organizações do OC de alcançar emissões negativas no país a partir de 2045. Considerando o cálculo das trajetórias *top-down* necessárias para o mundo de 1.5°C, ou seja, da atmosfera para os governos, a equipe do SEEG, apoiada pelo olhar de avaliação de políticas públicas do conjunto de organizações do OC, realizou o cálculo *bottom-up* das ações setoriais que deveriam ser adotadas para atender ao número do *fair share*.

O exercício concluiu que o Brasil precisaria chegar a 2035 com um teto de emissões líquidas de 200 milhões de toneladas de CO₂e (MtCO₂e), o que representa um corte de 92% em relação a 2022¹⁰. Para 2030, o limite de emissões precisaria ser de 400 milhões de toneladas líquidas, o que representa também um esforço adicional significativo em relação à NDC do Brasil. Para isso, como o OC já havia mostrado, será preciso zerar todo o desmatamento no país, legal e ilegal. Aqui cabe uma distinção conceitual: na proposta de NDC do Observatório do Clima, as emissões líquidas computam o carbono removido pelos solos agrícolas (reportado pelo SEEG como NCI – veja a pág. 17) e pelas florestas secundárias, mas não as remoções supostamente realizadas por áreas protegidas.

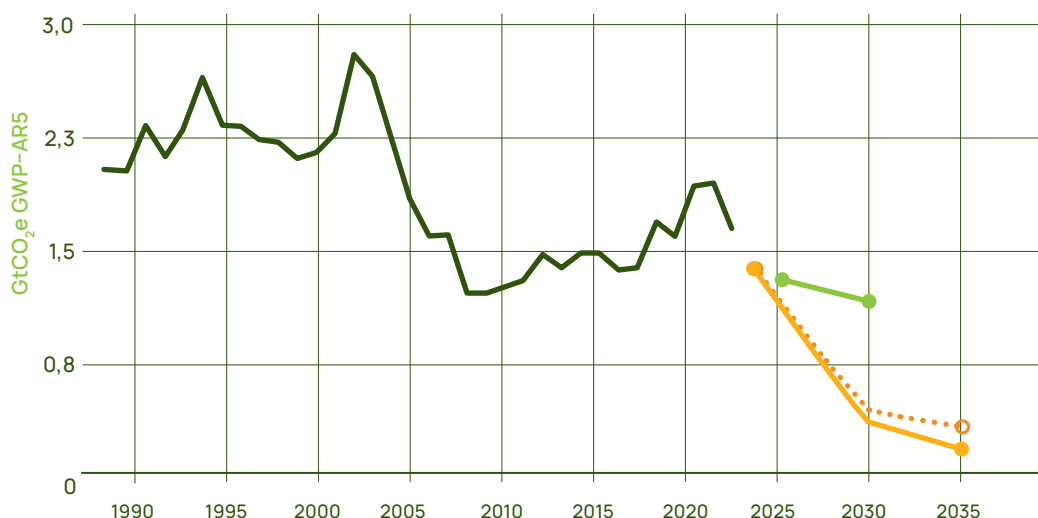
Esta edição do SEEG permite avaliar pela primeira vez se a trajetória de emissões do Brasil está em linha com a proposta de NDC do OC e, portanto, com a estabilização do clima em 1.5°C. Para que isso ocorresse, as emissões líquidas do país precisariam ser de 1,55 GtCO₂e em 2023, de 1,24 GtCO₂e em 2025 e de 440 MtCO₂e em 2030, como mostra o gráfico abaixo:

¹⁰ Observatório do Clima, *Proposta do Observatório do Clima para a Segunda Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil no âmbito do Acordo de Paris*. Disponível em: https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2024/08/NDC-do-OC_2024-template.pdf

**FIGURA 25**

Histórico das emissões líquidas e trajetória proposta pela NDC do OC.

- SEEG 12
- NDC oficial
- NDC do OC (trajetória base)
- NDC do OC (trajetória base adaptada)*



Para efeito de comparabilidade com a NDC oficial, as emissões líquidas no gráfico consideram as remoções por uso da terra, mas não por solos agrícolas. A figura mostra que entre 2022 e 2023 o Brasil entrou na direção correta da trajetória de emissões necessária segundo a NDC do OC, mas precisa inverter a tendência de crescimento na maioria dos setores.

Para aderir à trajetória de emissões da NDC do OC, as emissões líquidas totais ainda devem cair desafiadores 25% até 2025. O setor de MUT deve ter emissões reduzidas em 32%, o setor de energia, 7%, resíduos e processos industriais, 3%, projetando-se ainda um aumento das emissões da agropecuária em 2%. Neste último setor, na proposta de NDC do OC, ao contar com as emissões (pastagens de baixo e médio vigor e plantio convencional) e remoções (pastagens de alto vigor, ILPF, florestas plantadas, cultivos com plantio direto e sistema plantio direto) relacionadas ao carbono no solo, que não são contabilizadas no inventário oficial, a queda de emissões necessárias seria de 14%. Essa trajetória preconiza ainda que o desmatamento na Amazônia ainda precisa ser reduzido em 23% enquanto nos outros biomas é necessário reverter a tendência de aumento para reduzir as emissões em 55%.

No entanto, caso seja mantido o padrão atual de políticas de mitigação lentas, complacentes ou ausentes para os outros setores e até 2025 os cortes de emissão continuem dependentes apenas do controle do desmatamento na Amazônia, para cumprir a vigente NDC oficial do Brasil em 2025 (limite de emissões de 1,32 GtCO₂e), o país teria de alcançar uma redução do desmatamento na Amazônia de forma a abater pelo menos 333 MtCO₂ de sua curva de emissões entre 2023 e 2025, mantendo-se todas as demais emissões de 2023 no mesmo patamar (inclusive o elevado desmatamento em outros biomas). Isso significaria que essa taxa de desmatamento precisaria cair pela metade até 2025 – dos atuais 9.100 km² (medidos pelo sistema Prodes, do Inpe, para 2023) para cerca de 4.500 km², o que equivale à taxa de desmatamento mais baixa já medida, em 2010.



Trata-se de um desafio significativo, tornado maior pelo descontrole do desmatamento na Amazônia durante o mandato presidencial de 2019-2022. Mas não inédito: reduções dessa magnitude já foram feitas antes. Em 2004, o governo pôs em operação o PPCDAm (Plano de Ação para a Prevenção e o Controle do Desmatamento na Amazônia Legal). Naquele ano, a taxa de desmatamento foi a segunda maior já medida pelo Prodes-Inpe, 27.772 km². Em 2005, a taxa caiu em 31%, para 19.014 km². Em 2006, mais uma queda, de 25%, para 14.286 km². Em apenas dois anos, portanto, o desmatamento foi reduzido em 48,5%. Em mais três anos, em 2009, a taxa havia caído mais 52%, para 7.464 km². Este relatório é publicado dias antes do anúncio da taxa do Prodes de 2024, mas as indicações para o desmatamento são auspiciosas: mesmo com a estiagem e o recorde de queimadas, os alertas de desmatamento medidos pelo sistema Deter entre agosto de 2023 e julho de 2024 (período de apuração da taxa Prodes) haviam caído 46%. A direção de viagem é correta, mas a velocidade precisa aumentar. Mais do que isso, o desmatamento zero precisa ser incorporado ao plano climático do Brasil como condição básica de qualquer esforço de mitigação que o país faça daqui para a frente.

Mas, conforme defendido na NDC do OC, o esforço de mitigação deve se consolidar em todos os setores, reduzindo a dependência de uma única ação, devendo o Brasil nesse período também buscar derrubar o desmatamento no Cerrado e outros biomas, acelerar a implementação do Planaveg, o plano nacional de recuperação da vegetação nativa, aumentando as remoções por florestas secundárias, aumentar a área de pastagens recuperadas e de sistemas agropecuários integrados no âmbito do Plano ABC+, reduzir o acionamento de termelétricas fósseis e aumentar a proporção de biocombustíveis nos transportes nesse período.

O presidente Luiz Inácio Lula da Silva já disse mais de uma vez que pretende liderar o mundo pelo exemplo enquanto presidente da COP30. Este relatório traduziu em números o que tal liderança significa, e a NDC do Observatório do Clima mostra ao governo como chegar lá.



Apêndice

MtCO ₂ e GWP – AR5		NORTE					
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	AC	AM	AP	PA	RO	RR	TO
TOTAL	30	93	6	312	100	29	89
Mudança de Uso da Terra e Floresta	19	77	4	242	59	24	56
Alterações de uso da terra	18	73	4	228	56	23	51
Resíduos florestais	1	4	0,2	12	3	1	3
Carbono orgânico no solo	0,1	0,2	0,2	2	0,02	0,1	3
Agropecuária	10	5	1	54	37	3	28
Fermentação entérica	8	4	1	42	29	2	19
Solos manejados	1	1	0,2	11	6	1	8
Manejo de dejetos animais	0,3	0,2	0,04	2	1	0,1	1
Cultivo de arroz	-	-	-	0,03	-	0,1	1
Queima de resíduos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
Energia	1	8	1	12	3	1	4
Transportes	0,5	3	1	8	3	1	3
Industrial	0,001	0,05	0,001	3	0,02	0,001	0,01
Produção de Combustíveis	-	1	-	-	-	-	-
Residencial	0,1	0,3	0,1	1	0,1	0,05	0,1
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	0,01	0,1	0,003	1	0,03	0,03	0,1
Agropecuário	0,2	4	-	0,2	-	1	-
Comercial	0,002	0,02	0,0001	0,03	0,01	0,0003	0,005
Público	0,0002	0,01	0,001	0,004	0,001	0,000	0,0003
Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos	0,4	2	0,4	3	1	0,3	1
Disposição Final de Resíduos sólidos	0,3	1	0,3	2	0,4	0,2	0,4
Tratamento de efluentes domésticos	0,1	0,5	0,1	1	0,2	0,1	0,2
Efluentes líquidos industriais	0,02	0,1	0,001	0,1	0,1	0,01	0,1
Incineração ou queima a céu aberto	0,01	0,1	0,005	0,2	0,02	0,01	0,02
Tratamento biológico de resíduos sólidos	0,00002	-	-	-	-	-	-
Processos Industriais	-	0,2	-	1	0,1	-	0,3
Produção de metais	-	-	-	1	-	-	-
Produtos minerais	-	0,2	-	0,4	0,1	-	0,3
Indústria Química	-	-	-	-	-	-	-
Produção e uso de HFCs	-	-	-	-	-	-	-
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	-	-	-	-	-	-	-
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	-	-	-	-	-	-	-
Produção e uso de CFs	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-14	-163	-18	-168	-22	-28	-15
REMOÇÕES							
Remoção em áreas protegidas	-12	-150	-17	-114	-16	-24	-6
Remoção por vegetação secundária	-2	-12	-1	-53	-6	-4	-9
Remoção por mudança de uso da terra	-0,1	-0,03	-0,003	-1	-0,1	-0,01	-0,1
Carbono orgânico no solo	-	-	-	-	-	-	-
EMISSIONES LÍQUIDAS	15	-70	-12	145	78	0,3	73



	MtCO ₂ e GWP – AR5	CENTRO-OESTE				SUDESTE			
	SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	DF	GO	MS	MT	ES	MG	RJ	SP
EMISSIONES	TOTAL	7	93	79	299	30	170	68	155
	Mudança de Uso da Terra e Floresta	0,2	13	23	190	2	37	1	10
	Alterações de uso da terra	0,2	12	22	180	2	34	1	9
	Resíduos florestais	-	0,4	1	9	0,1	2	0,04	0,1
	Carbono orgânico no solo	0,01	1	1	2	0,1	2	0,05	1
	Agropecuária	0,4	62	46	92	6	60	6	35
	Fermentação entérica	0,1	40	32	58	4	38	5	18
	Solos manejados	0,2	19	13	32	2	19	1	16
	Manejo de dejetos animais	0,1	2	1	3	0,2	3	0,2	1
	Cultivo de arroz	-	0,1	0,1	-	-	0,01	-	0,1
	Queima de resíduos agrícolas	-	0,01	-	-	0,005	0,003	0,01	0,02
	Energia	4	14	7	13	9	37	42	90
	Transportes	3	10	5	9	4	24	13	51
	Industrial	1	2	1	0,1	2	7	3	13
	Produção de Combustíveis	-	-	-	-	2	2	22	11
	Residencial	0,2	1	0,3	0,3	0,4	2	2	4
	Geração de Eletricidade (Serviço Público)	0,004	1	1	4	0,3	2	0,04	8
	Agropecuário	-	0,01	0,1	0,01	0,4	0,04	2	1
	Comercial	0,05	0,1	0,02	0,03	0,04	0,2	0,3	1
	Público	0,04	0,005	0,01	0,001	0,003	0,03	0,1	1
	Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resíduos	2	3	2	2	2	9	12	16
	Disposição Final de Resíduos sólidos	1	2	1	1	1	6	10	11
	Tratamento de efluentes domésticos	0,3	1	0,3	0,5	0,4	2	2	5
	Efluentes líquidos industriais	0,004	0,4	0,4	0,3	0,2	1	0,03	0,4
	Incineração ou queima a céu aberto	0,002	0,03	0,02	0,03	0,02	0,1	0,02	0,1
	Tratamento biológico de resíduos sólidos	0,01	0,00001	0,0003	-	-	0,001	0,0003	0,01
	Processos Industriais	1	1	0,3	1	11	27	7	4
	Produção de metais	-	-	-	-	11	16	6	1
	Produtos minerais	1	1	0,3	1	0,3	11	2	3
	Indústria Química	-	-	-	-	-	-	-	-
	Produção e uso de HFCs	-	-	-	-	-	0	0	0
	Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	-	-	-	-	-	-	-	-
	Uso de SF6 em equipamentos elétricos	-	-	-	-	-	-	-	-
	Produção e uso de CFs	-	-	-	-	-	-	-	-
	REMOÇÕES	TOTAL	-0,36	-10	-7	-53	-2	-24	-2
Remoção em áreas protegidas		-0,2	-1	-1	-24	-0,1	-2	-1	-2
Remoção por vegetação secundária		-0,2	-9	-6	-29	-1	-22	-1	-5
Remoção por mudança de uso da terra		-0,004	-0,2	-0,1	-0,5	-0,01	-0,1	-0,002	-0,01
Carbono orgânico no solo		-	-	-	-	-	-0,0005	-	-
EMISSIONES LÍQUIDAS		7	83	72	246	28	146	66	147



MtCO ₂ e GWP – AR5		NORDESTE							
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE
TOTAL	11	135	35	173	15	27	36	13	10
Mudança de Uso da Terra e Floresta	2	75	14	138	5	7	26	4	2
Alterações de uso da terra	2	67	13	127	4	6	23	4	2
Resíduos florestais	0,04	3	1	7	0,2	0,3	1	0,2	0,1
Carbono orgânico no solo	0,1	4	0,4	5	0,1	0,2	2	0,1	0,05
Agropecuária	4	32	8	23	4	8	6	3	3
Fermentação entérica	2	23	5	16	3	5	3	2	2
Solos manejados	1	8	2	5	1	2	2	1	1
Manejo de dejetos animais	0,2	1	1	1	0,3	1	1	0,3	0,2
Cultivo de arroz	0,02	-	0,02	0,03	-	0,002	0,03	0,003	0,04
Queima de resíduos agrícolas	0,1	0,03	-	0,003	0,03	0,1	0,01	0,01	0,01
Energia	3	21	8	10	4	9	3	4	3
Transportes	2	11	5	5	2	6	2	2	2
Industrial	1	4	1	1	1	1	0,0	0,2	1
Produção de Combustíveis	0,03	3	0,1	0,1	-	1	-	0,5	0,02
Residencial	0,3	1	1	0,5	0,4	1	0,3	0,3	0,2
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	0,1	1	0,3	1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,01
Agropecuário	0,01	0,2	0,2	2	0,1	0,1	0,01	0,2	0,0001
Comercial	0,02	0,1	0,04	0,01	0,02	0,1	0,01	0,02	0,01
Público	0,003	0,02	0,004	0,001	0,001	0,04	0,0001	0,004	0,004
Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos	1	6	4	2	2	3	1	1	1
Disposição Final de Resíduos sólidos	1	3	3	1	1	1	1	1	1
Tratamento de efluentes domésticos	0,4	2	1	1	1	1	0,4	0,4	0,2
Efluentes líquidos industriais	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,01	0,03	0,1
Incineração ou queima a céu aberto	0,03	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,04	0,02
Tratamento biológico de resíduos sólidos	-	0,0003	-	0,00002	0,0003	0,0005	-	-	-
Processos Industriais	0,1	1	1	1	2	0,1	-	0,4	1
Produção de metais	-	0,3	-	0,4	-	-	-	-	-
Produtos minerais	0,1	0,5	1	0,1	2	0,1	-	0,4	1
Indústria Química	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção e uso de HFCs	-	0	-	-	-	-	-	-	0
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produção e uso de CFs	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REMOÇÕES TOTAL	-1	-27	-6	-28	-3	-5	-8	-3	-1
Remoção em áreas protegidas	-0,1	-3	-0,3	-8	-0,03	-0,2	-1	-0,02	-0,01
Remoção por vegetação secundária	-1	-24	-6	-20	-3	-4	-7	-3	-1
Remoção por mudança de uso da terra	-0,001	-0,1	-0,01	-0,2	-0,01	-0,01	-0,1	-0,004	-0,002
Carbono orgânico no solo	-0,00005	-0,003	-	-	-0,0002	-0,0001	-0,001	-	-0,00005
EMISSIONES LÍQUIDAS	9	108	29	146	12	22	28	10	9



MtCO ₂ e GWP – AR5		SUL			NA	Total
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA		PR	RS	SC		
EMISSIONS	TOTAL	77	89	46	70	2.296
	Mudança de Uso da Terra e Floresta	10	12	7	-	1.062
	Alterações de uso da terra	9	10	6	-	988
	Resíduos florestais	0,4	0,5	0,3	-	49
	Carbono orgânico no solo	1	2	0,3	-	25
	Agropecuária	33	46	16	-	631
	Fermentação entérica	15	21	8	-	405
	Solos manejados	14	15	4	-	188
	Manejo de dejetos animais	3	3	3	-	29
	Cultivo de arroz	0,2	7	1	-	9
	Queima de resíduos agrícolas	0,01	-	-	-	0,3
	Energia	25	24	19	43	420
	Transportes	19	15	12	2	224
	Industrial	2	2	2	22	68
	Produção de Combustíveis	2	2	1	8	56
	Residencial	1	1	1	9	27
	Geração de Eletricidade (Serviço Público)	0,4	0,1	0,2	1	23
	Agropecuário	0,1	5	4	0,1	20
	Comercial	0,3	0,2	0,2	0,1	3
	Público	0,01	0,1	0,01	0,0004	1
	Não Identificado	-	-	-	-	-
	Resíduos	6	5	3	0,02	92
	Disposição Final de Resíduos sólidos	4	3	2	-	60
	Tratamento de efluentes domésticos	1	1	1	-	24
	Efluentes líquidos industriais	1	1	0,4	0,02	6
	Incineração ou queima a céu aberto	0,1	0,04	0,03	-	2
	Tratamento biológico de resíduos sólidos	0,001	0,002	0,001	-	0,03
	Processos Industriais	3	1	1	27	91
	Produção de metais	-	-	-	12	46
	Produtos minerais	3	1	1	3	32
	Indústria Química	-	-	-	9	9
	Produção e uso de HFCs	0	-	-	2	2
	Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	-	-	-	1	1
	Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	-	-	-	0,4	0,4
	Produção e uso de CFs	-	-	-	0,00004	0,00004
REMOVALS	TOTAL	-9	-15	-4	-	-642
	Remoção em áreas protegidas	-1	-1	-0,5	-	-386
	Remoção por vegetação secundária	-7	-14	-3	-	-254
	Remoção por mudança de uso da terra	-0,01	-0,01	-0,01	-	-2
	Carbono orgânico no solo	-	-	-	-	-0,004
EMISSIONS LÍQUIDAS		68	73	43	70	1.653



MtCO ₂ e GWP – AR5										
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
TOTAL	2.115	2.156	2.491	2.300	2.495	2.858	2.560	2.582	2.539	2.530
Mudança de Uso da Terra e Floresta	1.454	1.470	1.794	1.589	1.766	2.102	1.810	1.804	1.739	1.713
Alterações de uso da terra	1.360	1.376	1.683	1.491	1.657	1.975	1.699	1.693	1.631	1.605
Resíduos florestais	64	65	81	71	79	96	83	83	80	79
Carbono orgânico no solo	30	29	29	28	30	32	28	28	28	29
Agropecuária	390	403	411	415	425	429	403	411	417	423
Fermentação entérica	282	292	296	298	304	309	290	295	299	302
Solos manejados	79	81	84	87	90	87	85	88	90	90
Manejo de dejetos animais	17	18	18	18	18	19	16	17	17	17
Cultivo de arroz	9	10	11	11	11	12	10	9	9	11
Queima de resíduos agrícolas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Energia	192	197	201	206	214	230	248	264	272	284
Transportes	85	89	90	93	97	108	117	125	131	128
Industrial	38	40	41	42	43	46	52	55	55	60
Produção de Combustíveis	25	23	23	25	26	25	27	29	30	31
Residencial	24	24	25	24	24	24	24	24	24	25
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	11	11	12	13	13	14	15	15	15	15
Agropecuário	6	7	8	7	8	9	10	12	12	19
Comercial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Público	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos	30	31	33	34	36	38	40	42	44	47
Disposição Final de Resíduos sólidos	11	12	13	14	15	16	18	20	21	23
Tratamento de efluentes domésticos	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19
Efluentes líquidos industriais	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Incineração ou queima a céu aberto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tratamento biológico de resíduos sólidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Processos Industriais	50	55	53	55	54	59	59	61	66	64
Produção de metais	29	32	32	32	32	35	34	35	37	34
Produtos minerais	15	16	14	15	14	16	18	20	21	21
Indústria Química	1	2	2	2	2	2	1	1	0	2
Produção e uso de HFCs	4	5	5	6	6	6	5	5	7	7
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	1	1	0,4	0,4	0,5	0,5	1	1	1	1
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Produção e uso de CFs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-74	-121	-148	-171	-180	-195	-218	-246	-290	-299
Remoção em áreas protegidas	-70	-99	-113	-122	-122	-127	-139	-158	-193	-194
Remoção por vegetação secundária	-0	-17	-32	-44	-54	-65	-77	-84	-94	-102
Remoção por mudança de uso da terra	-3	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
Carbono orgânico no solo	-1	-1	-1	-1	-0,5	-1	-0,5	-0,3	-0,4	-0,4
EMISSIONES LÍQUIDAS	2.041	2.035	2.342	2.129	2.316	2.663	2.342	2.336	2.248	2.231



MtCO ₂ e GWP – AR5										
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
TOTAL	2.427	2.510	2.654	3.202	3.073	2.720	2.353	2.111	2.140	1.775
Mudança de Uso da Terra e Floresta	1.582	1.640	1.765	2.289	2.118	1.751	1.377	1.126	1.128	776
Alterações de uso da terra	1.484	1.539	1.658	2.151	1.988	1.645	1.293	1.057	1.057	726
Resíduos florestais	72	75	82	107	98	80	63	51	51	34
Carbono orgânico no solo	26	25	25	31	32	25	21	18	20	16
Agropecuária	437	454	468	497	518	518	518	502	511	517
Fermentação entérica	312	326	331	349	365	368	366	346	352	358
Solos manejados	95	97	105	116	119	116	117	122	124	123
Manejo de dejetos animais	18	19	19	20	21	21	21	21	22	22
Cultivo de arroz	10	10	10	10	11	11	11	10	11	11
Queima de resíduos agrícolas	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2
Energia	290	299	298	290	306	318	322	336	354	342
Transportes	129	132	135	132	140	142	146	152	158	155
Industrial	64	64	64	62	63	66	67	75	74	70
Produção de Combustíveis	33	36	35	35	37	44	42	44	47	53
Residencial	25	26	26	25	26	26	26	26	26	26
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	15	16	16	16	16	16	16	17	18	18
Agropecuário	19	22	17	16	20	21	21	19	27	17
Comercial	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
Público	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos	49	52	55	57	59	61	63	64	65	69
Disposição Final de Resíduos sólidos	25	28	30	32	33	34	36	37	37	40
Tratamento de efluentes domésticos	20	20	20	21	21	21	22	21	22	22
Efluentes líquidos industriais	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Incineração ou queima a céu aberto	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tratamento biológico de resíduos sólidos	-	-	0,1	0,1	0,1	0,02	0,01	0,02	0,04	0,01
Processos Industriais	68	65	69	69	72	72	73	83	81	72
Produção de metais	38	37	40	42	42	42	40	54	51	41
Produtos minerais	22	20	20	19	19	20	21	23	25	25
Indústria Química	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Produção e uso de HFCs	7	6	7	7	9	8	9	3	3	2
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Produção e uso de CFs	-	-	-	-	-	-	-	0,00001	0,00001	0,00001
TOTAL	-307	-346	-369	-384	-410	-439	-498	-511	-532	-557
Remoção em áreas protegidas	-195	-223	-235	-243	-260	-281	-332	-337	-350	-363
Remoção por vegetação secundária	-108	-120	-130	-136	-145	-153	-161	-169	-176	-185
Remoção por mudança de uso da terra	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-4	-5	-6	-8
Carbono orgânico no solo	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,5	-1	-0,4	-1	-0,5
EMISSIONES LÍQUIDAS	2.120	2.164	2.286	2.819	2.664	2.281	1.855	1.599	1.608	1.218



MtCO ₂ e GWP – AR5										
SETOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL	1.784	1.831	1.893	2.073	2.000	2.105	2.111	2.001	2.025	2.337
Mudança de Uso da Terra e Floresta	724	744	772	910	806	927	955	836	880	1.187
Alterações de uso da terra	676	694	720	852	755	870	896	784	824	1.110
Resíduos florestais	31	32	33	39	34	40	42	37	39	54
Carbono orgânico no solo	17	17	19	20	17	18	16	15	16	23
Agropecuária	534	539	536	542	546	552	563	562	560	563
Fermentação entérica	368	362	360	361	362	369	374	367	365	367
Solos manejados	130	138	139	144	147	144	151	155	156	158
Manejo de dejetos animais	23	25	25	25	25	26	26	27	27	27
Cultivo de arroz	11	12	11	11	11	12	11	12	11	10
Queima de resíduos agrícolas	2	2	1	1	1	1	1	0,5	1	0,4
Energia	375	389	422	453	479	455	422	430	408	412
Transportes	173	189	207	213	218	205	202	204	195	196
Industrial	78	84	81	82	82	78	72	74	70	69
Produção de Combustíveis	50	49	51	56	60	59	57	57	57	58
Residencial	26	26	26	25	26	26	26	26	27	27
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20
Agropecuário	27	20	35	56	70	66	43	45	36	38
Comercial	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Público	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Não Identificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resíduos	70	72	73	77	80	82	84	85	88	90
Disposição Final de Resíduos sólidos	41	43	43	46	48	50	52	54	56	57
Tratamento de efluentes domésticos	22	23	23	24	24	24	25	25	25	25
Efluentes líquidos industriais	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
Incineração ou queima a céu aberto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tratamento biológico de resíduos sólidos	0,01	0,03	0,04	0,02	0,1	0,05	0,1	0,05	0,02	0,05
Processos Industriais	81	87	90	91	89	89	87	88	89	86
Produção de metais	47	51	51	49	47	48	49	50	50	47
Produtos minerais	28	29	32	34	34	32	29	28	28	29
Indústria Química	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
Produção e uso de HFCs	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Produção e uso de CFs	0,00001	0,00001	0,00002	0,00002	0,00002	0,00001	0,00004	0,00003	0,00003	0,00003
TOTAL	-564	-575	-588	-600	-608	-617	-624	-628	-639	-644
Remoção em áreas protegidas	-365	-367	-371	-373	-375	-377	-383	-383	-384	-384
Remoção por vegetação secundária	-191	-201	-209	-218	-227	-231	-236	-242	-248	-254
Remoção por mudança de uso da terra	-8	-7	-8	-8	-6	-8	-4	-3	-6	-6
Carbono orgânico no solo	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	-0,3	-0,3
EMISSIONES LÍQUIDAS	1.220	1.256	1.305	1.473	1.392	1.488	1.487	1.372	1.386	1.692



MtCO ₂ e GWP – AR5					
SECTOR DE EMISSÃO E CATEGORIA	2020	2021	2022	2023	
TOTAL	2.247	2.590	2.607	2.296	
Mudança de Uso da Terra e Floresta	1.102	1.367	1.392	1.062	
Alterações de uso da terra	1.027	1.277	1.298	988	
Resíduos florestais	50	64	66	49	
Carbono orgânico no solo	25	27	28	25	
Agropecuária	576	598	618	631	
Fermentação entérica	372	382	399	405	
Solos manejados	166	176	179	188	
Manejo de dejetos animais	27	28	29	29	
Cultivo de arroz	10	11	10	9	
Queima de resíduos agrícolas	0,4	0,4	0,3	0,3	
Energia	390	437	416	420	
Transportes	185	204	217	224	
Industrial	64	70	71	68	
Produção de Combustíveis	57	54	54	56	
Residencial	28	27	27	27	
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	21	21	21	23	
Agropecuário	33	58	22	20	
Comercial	2	2	2	3	
Público	1	1	1	1	
Não Identificado	-	-	-	-	
Resíduos	91	92	91	92	
Disposição Final de Resíduos sólidos	59	59	60	60	
Tratamento de efluentes domésticos	25	26	24	24	
Efluentes líquidos industriais	6	6	6	6	
Incineração ou queima a céu aberto	2	2	2	2	
Tratamento biológico de resíduos sólidos	0,1	0,1	0,03	0,03	
Processos Industriais	87	96	90	91	
Produção de metais	45	51	49	46	
Produtos minerais	30	32	29	32	
Indústria Química	8	8	9	9	
Produção e uso de HFCs	3	2	2	2	
Uso não-energético de combustíveis e solventes em outros setores	1	1	1	1	
Uso de SF ₆ em equipamentos elétricos	0,3	0,3	0,4	0,4	
Produção e uso de CFs	0,00003	0,00003	0,00004	0,00004	
TOTAL	-650	-654	-651	-642	
Remoção em áreas protegidas	-386	-385	-387	-386	
Remoção por vegetação secundária	-261	-265	-262	-254	
Remoção por mudança de uso da terra	-2	-3	-2	-2	
Carbono orgânico no solo	-0,4	-0,4	-0,5	-0,004	
EMISSIONES LÍQUIDAS	1.596	1.936	1.956	1.653	