



ANÁLISE DAS EMISSÕES BRASILEIRAS DE

Gases de Efeito Estufa

E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS METAS
DE CLIMA DO BRASIL
1970-2019

2020



OBSERVATÓRIO DO CLIMA

SEEG 8

ANÁLISE DAS EMISSÕES BRASILEIRAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA
E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS METAS DE CLIMA DO BRASIL
1970-2019

Autores:

Igor Albuquerque (ICLEI), Ane Alencar (Ipam), Claudio Angelo (Observatório do Clima), Tasso Azevedo (OC-SEEG), Felipe Barcellos (Iema), Iris Coluna (ICLEI), Ciniro Costa Junior (Imaflora), Marcelo Cremer (Iema), Marina Piatto (Imaflora), Renata Potenza (Imaflora), Gabriel Quintana (Imaflora), Júlia Shimbo (Ipam), David Tsai (Iema), Bárbara Zimbres (Ipam)

SUMÁRIO

1. PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS	4
2. MUDANÇAS NA METODOLOGIA DO SEEG 8	10
3. EMISSÕES POR SETOR	13
3.1 Agropecuária	13
3.2 Energia, processos industriais e uso de produtos	16
3.2.1 Energia	16
3.2.2 Processos industriais e uso de produtos (Piup)	19
3.3 Mudança de uso da terra	20
3.4 Resíduos	24
4. EMISSÕES ALOCADAS POR ESTADO	27
5. O BRASIL E AS METAS DE CLIMA	30
5.1 As metas nacionais: 2020, 2025 e 2030	30
5.2 Perdendo a meta da Política Nacional de Mudança do Clima	31
5.3 O desvio de rota da NDC	33
APÊNDICE	35
Estimativa de Emissões de GEE no Brasil por Setor e Sub-Setor (tCO ₂ e – GWP AR5)	35 a 37
Estimativa de Remoções de GEE (tCO ₂ e – GWP AR5)	38 a 40
Estimativa de Emissões Líquidas de GEE (tCO ₂ e – GWP AR5)	38 a 40
Estimativa de Emissões Internacionais de GEE (Bunker) no transporte marítimo e aéreo de (tCO ₂ e)	38 a 40



PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

Foi de 9,6% o aumento das emissões brutas de gases de efeito estufa do Brasil no ano de 2019, o primeiro do governo de Jair Bolsonaro. No ano em que o país teve sua governança federal de clima desmontada, com a extinção da Secretaria de Mudança do Clima e Florestas do Ministério do Meio Ambiente e o engavetamento dos planos de prevenção e controle do desmatamento (PPCDAm e PPCerrado), o país lançou na atmosfera 2,17 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e)¹, contra 1,98 bilhão em 2018. O PIB nacional no mesmo ano subiu 1,1%, o que sugere que as emissões no Brasil, diferentemente das da maioria das outras grandes economias, estão descoladas da geração de riqueza.

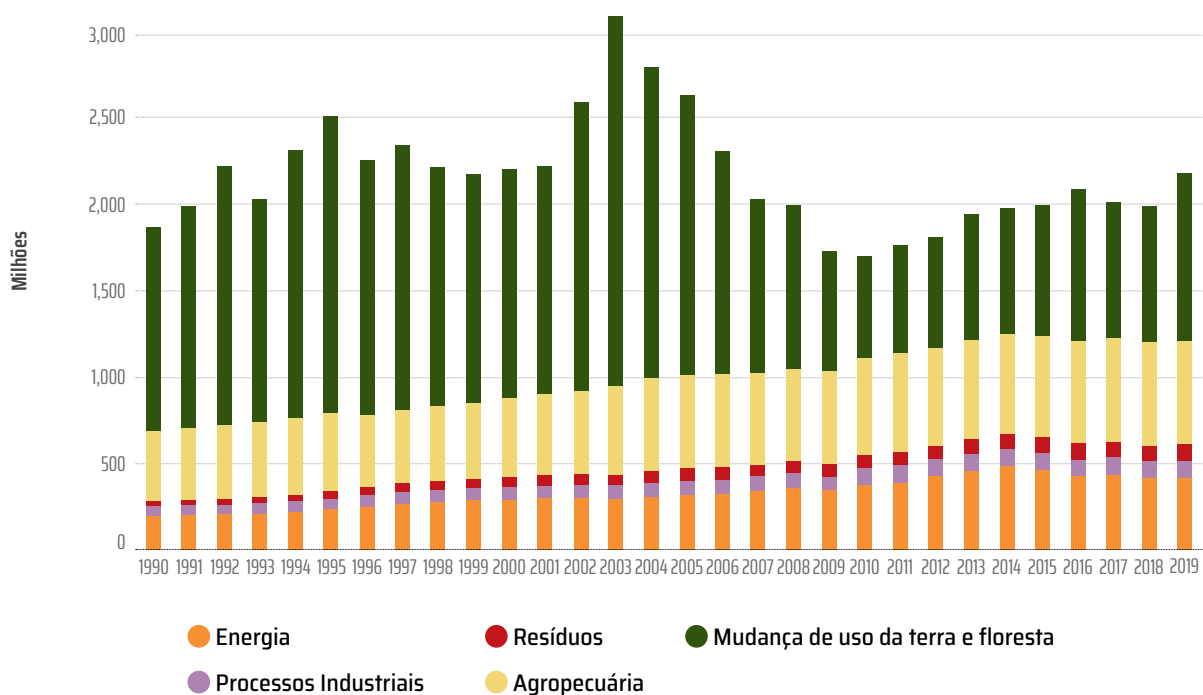


Figura 1 - Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2019 (MtCO₂e)

O dado, da oitava edição do SEEG (seeg.eco.br), consolida uma franca reversão da tendência de redução das emissões no Brasil, verificada entre 2004 e 2010. Desde 2010, ano de regulamentação da PNMC (Política Nacional sobre Mudança do Clima), que estabeleceu a primeira meta doméstica de redução de emissões da história no Brasil, o país elevou em 28,2% a quantidade de gases de efeito estufa que despeja na atmosfera todos os anos.

¹ Neste relatório, exceto quando explicitamente indicado de outra forma, os fatores de conversão para CO₂e são GWP-AR5 (Global Warming Potential - 5º Relatório do IPCC)

01 PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

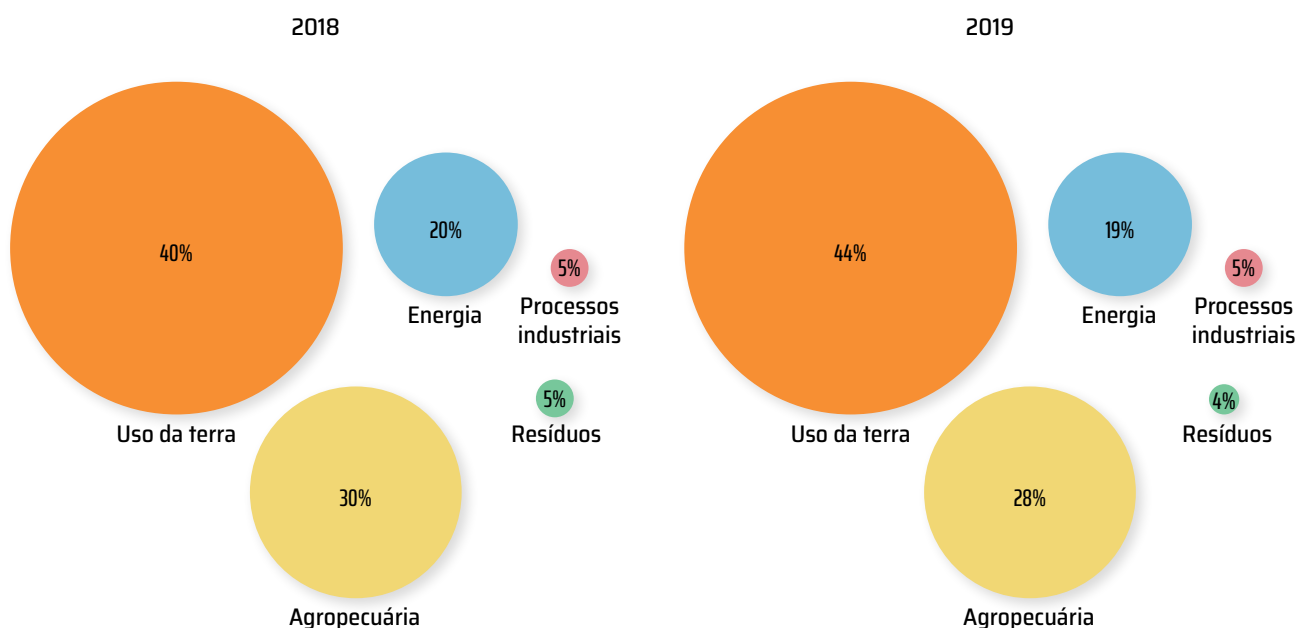


Figura 2 - Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras

Rápida análise dos dados do SEEG indica que o desmatamento, em especial na Amazônia, puxou o crescimento das emissões no último ano. A quantidade de gases de efeito estufa lançada na atmosfera pelo setor de mudança de uso da terra subiu 23% em 2019, atingindo 968 milhões de tCO₂e – contra 788 milhões em 2018. As **mudanças de uso da terra**, puxadas pelo desmatamento, seguem sendo as principais responsáveis por emissões no Brasil, com 44% do total. Desde a PNMC, as emissões deste setor cresceram 64% no Brasil, em que pese a meta, inscrita na lei, de reduzir o desmatamento na Amazônia em 80% em 2020 comparado à média entre 1996 e 2005.

A **agropecuária** vem em segundo lugar, com 598,7 milhões de toneladas de CO₂e em 2019, um aumento de 1,1% em relação às 592,3 milhões de toneladas emitidas em 2018. As emissões diretas do setor, fortemente ligadas ao rebanho bovino, representaram 28% do total de gases de efeito estufa do Brasil. Desde a regulamentação da PNMC, em 2010, o setor de agropecuária viu um aumento de 7% nas suas emissões, causado sobretudo pela expansão do rebanho.

Somando-se as emissões da agropecuária com a parcela das emissões dos demais setores relacionada ao setor agro, o SEEG conclui que a atividade rural – seja direta ou indiretamente – respondeu por 72% das emissões do Brasil no ano passado. Isso significa que, após dez anos de política de clima, o Brasil ainda tem o mesmo tipo de curva de emissões de antes da adoção da política. A expectativa de que, na década que se inicia, o país fosse ter uma trajetória de emissões mais próxima da dos países desenvolvidos, com forte redução em uso da terra e com o setor de energia dominando a curva, não se concretizou.

01 PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

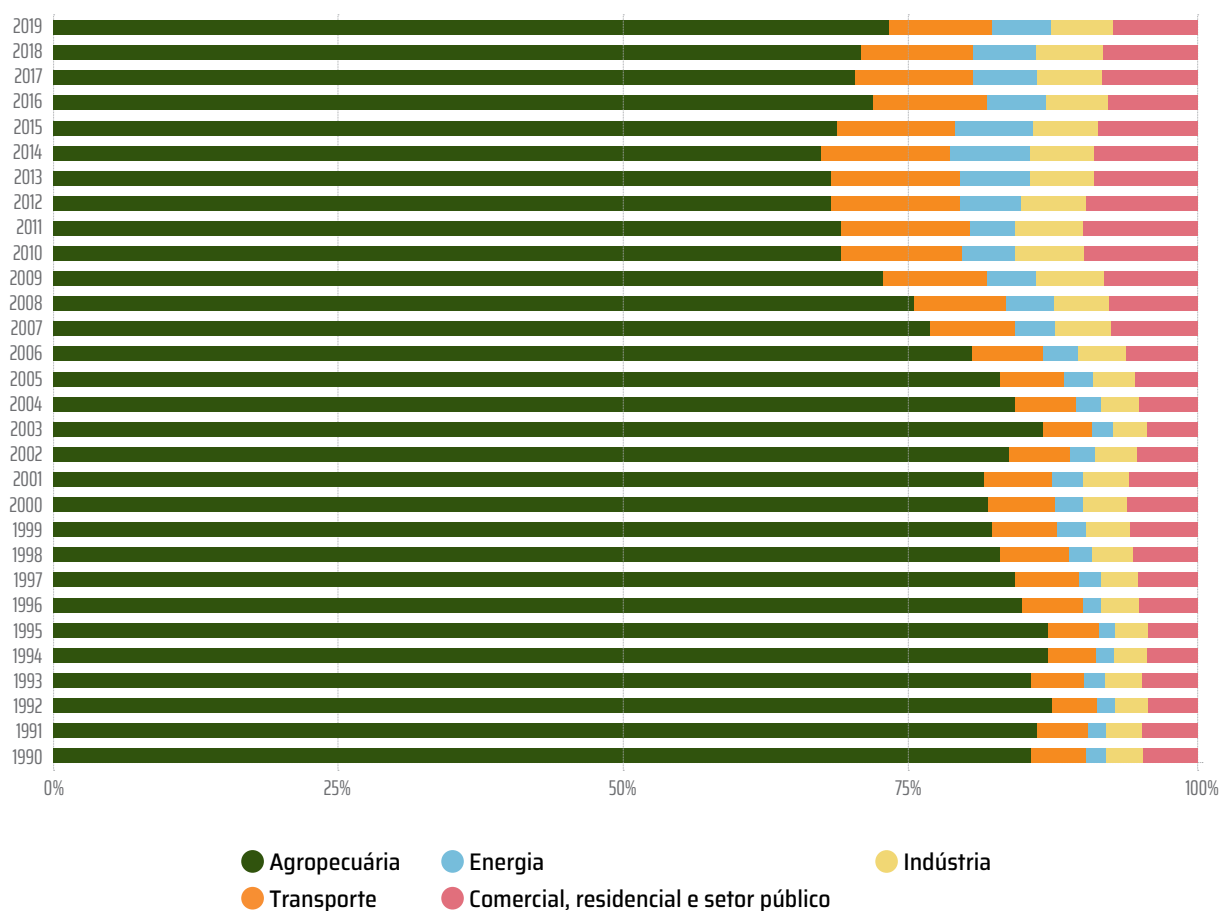


Figura 3 - Participação das atividades econômicas nas emissões brasileiras

As **emissões por energia** responderam em 2019 por 19% do total de emissões do Brasil. Elas tiveram um aumento discreto de 1,1% no ano passado, indo de 409,3 milhões para 413,7 milhões de tCO₂e. Após anos de recessão, as emissões do setor retornaram ao patamar do ano de 2012, antes da crise, mas ainda estão abaixo do pico histórico que ocorreu em 2014, com 480,4 milhões de toneladas emitidas. O crescimento em 2019 se deveu a um aumento no consumo de energia elétrica, que levou ao acionamento de termelétricas a gás mesmo num cenário de chuvas dentro da média para as hidrelétricas, e de um aumento no uso de diesel devido à recu-

peração do transporte de cargas, principal consumidor de combustíveis fósseis no país. A recuperação do etanol, cujo consumo retornou a níveis de antes da crise do setor em 2012, e o aumento paulatino do uso de biodiesel no transporte de carga e passageiros impediram um maior aumento das emissões de energia no ano passado. Desde 2010 o setor de energia teve um crescimento de 10,9% em suas emissões.

01 PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

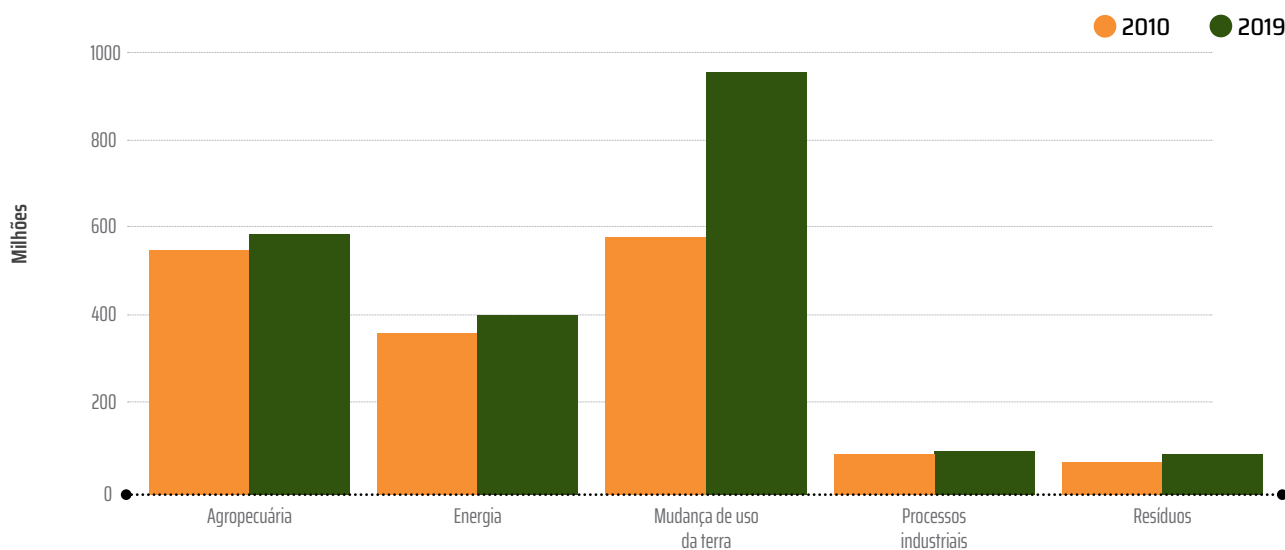


Figura 4 – Emissões de gases de efeito estufa no Brasil por setor em 2010 e 2019 (MtCO₂e)

Levado pela crise da indústria, o **setor de processos industriais e uso de produtos**, conhecido pela sigla Piup, teve uma queda de 2% nas emissões em 2019 – foi o único setor que apresentou redução. As emissões caíram de 101 milhões de tCO₂e em 2018 para 99 milhões em 2019, e representaram no ano passado 5% das emissões do Brasil. A desaceleração na atividade siderúrgica foi a principal responsável pelo desempenho das emissões desse setor, que desde a adoção da PNMC, em 2010, teve o menor crescimento de emissões de toda a economia brasileira: 3,7% – refletindo a situação da indústria nacional da “década perdida” de 2010-2020.

“Lanterna” das emissões brasileiras, com 4% do total nacional, o **setor de resíduos** teve um aumento de 1,3% em suas emissões, de 94,8 milhões para 96,1 milhão de toneladas de CO₂ equivalente. Historicamente, foi o setor da economia que mais aumentou proporcionalmente suas emissões desde 1990: 187%. Desde 2010, teve o segundo maior aumento proporcional, de 22,8%, ficando abaixo apenas de mudança de uso da terra.

Entre 1990 e 2019, as emissões brutas de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil passaram de 1,86 bilhão de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂e) para 2,17 GtCO₂e, um aumento de 17%. A trajetória das emissões, contudo, teve períodos distintos de crescimento e redução, superando 2,4 Gt CO₂e em 1995 e 3 Gt CO₂e em 2003, quando o desmatamento bateu recordes na Amazônia e no cerrado, e caindo para 1,69 GtCO₂e em 2010, ano de menores emissões da série histórica (e também de maior crescimento do PIB brasileiro no período).

01 PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

A partir daquele ano houve uma reversão de tendências, com subida das emissões motivada pelo aumento do desmatamento na Amazônia e do uso de combustíveis fósseis na matriz energética, em especial nos transportes.

Sem considerar as mudanças de uso da terra e florestas, as emissões brasileiras tiveram um crescimento constante, de 77,2% desde 1990 e de 9,2% desde a regulamentação da PNMC, em 2010.

Este relatório também reporta as chamadas emissões líquidas do Brasil, que consideram as remoções de CO₂ da atmosfera por alterações do uso da terra (por exemplo, o crescimento de florestas secundárias no lugar de pastagens) e por manutenção de florestas em áreas indígenas e unidades de conservação. O governo federal prefere reportar às Nações Unidas as emissões líquidas. O Observatório do Clima entende que, embora esse “deságio” seja autorizado pela UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima), reportar antes as emissões brutas é mais adequado devido às peculiaridades da metodologia de cálculo de remoções no inventário brasileiro, que, apesar de válida pelos critérios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), acaba por não representar a realidade das remoções atuais (leia mais na página 22).

Considerando as remoções, as emissões líquidas do Brasil foram de 1,57 GtCO₂e, o que representou um aumento de 13% em relação a 2018, quando elas foram de 1,39 GtCO₂e. O pico de emissões líquidas aconteceu em 2003, quando elas atingiram 2,7 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Desde 2010, quando a Política Nacional sobre Mudança do Clima foi regulamentada, o Brasil aumentou sua emissões líquidas em 34,8% – um

aumento proporcionalmente maior que o das emissões brutas. Esse fenômeno ocorre pois as emissões aumentaram mais que as remoções.

Olhando para as emissões globais, o Brasil ocupa o 6º lugar entre os maiores emissores de gases de efeito estufa, com 3,2% do total mundial. Excluindo o bloco de 28 países da União Europeia, o Brasil torna-se o quinto emissor. O que é mais grave, as emissões per capita do Brasil também são maiores que a média mundial. Em 2019, a média de emissão de CO₂ por brasileiro foi de 10,4 toneladas brutas, contra 7,1% da média mundial. Mais uma vez, o desmatamento distorce essa média: a emissão per capita de Estados amazônicos como Mato Grosso, Rondônia e Roraima em 2019 foi de três a seis vezes mais do que a dos EUA. As emissões per capita líquidas foram mais próximas da média mundial, mas ainda assim maiores: 7,5 tCO₂e.

A chamada intensidade de carbono da economia cresceu 3% entre 2018 e 2019. Ou seja, estamos gerando menos riqueza para cada tonelada de carbono emitida. O aumento da intensidade de emissões por unidade de PIB ocorre também por causa da aceleração do desmatamento, atividade majoritariamente ilegal e que gera pouca riqueza.

Isso representa mais uma reversão de uma tendência positiva da economia brasileira. O desempenho da economia vinha melhorando: em 1990, cada R\$ milhão gerado no PIB exigia 692 toneladas de CO₂ emitidas, valor que caiu para 291 em 2018. Em 2019 voltou a subir, alcançando 300 toneladas. Subidas também haviam sido observadas de 2012 a 2014.

Depreende-se desse panorama de emissões que o país deve fracassar em cumprir as metas da PNMC. Além do corte de 80% na taxa de desmatamento na Amazônia em 2020, que não foi cumprido,

10,4

TONELADAS BRUTAS

**MÉDIA DE
EMISSÃO DE CO₂e
POR BRASILEIRO
EM 2019**

01 PANORAMA GERAL DAS EMISSÕES BRASILEIRAS

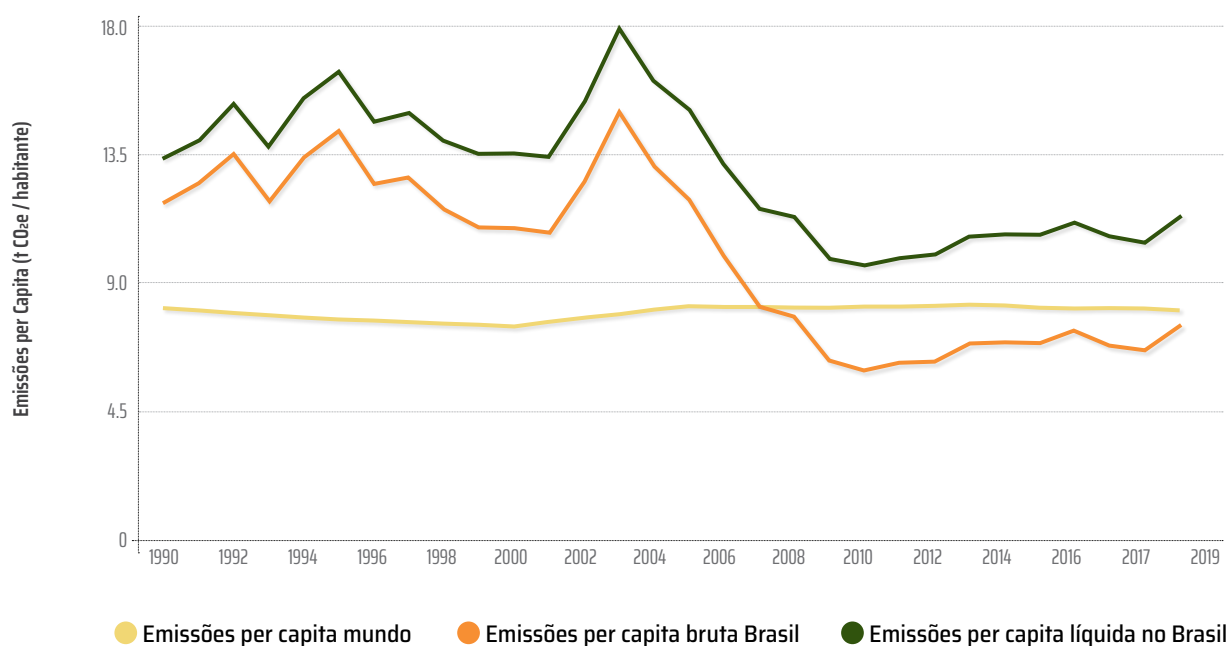


Figura 5 – Emissões per capita, Brasil X mundo

a lei nacional de clima compromete o Brasil a reduzir suas emissões em 36,8% a 38,9% ao final deste ano em relação à trajetória que se imaginava que elas fossem seguir quando a política foi aprovada, em 2009. Como veremos adiante neste relatório, o cálculo da meta tem uma série de particularidades, mas é possível afirmar que já em 2019 o país perdeu o limite mais ambicioso da meta e tinha emissões exatamente coincidentes com o limite menos ambicioso. Qualquer subida das emissões em 2020 fará o país deixar de cumprir a própria lei, apesar dos avanços em alguns planos setoriais de redução de emissões, em especial o da agropecuária.

Análise preliminar das emissões brasileiras para 2020 indica, porém, que haverá alta neste ano – em que pese a pandemia da Covid-19, que

deve derrubar as emissões globais de 4% a 7%, segundo o Global Carbon Project². Em maio, o SEEG havia estimado em nota técnica³ que a alta do desmatamento projetada para este ano faria o país se descolar da tendência mundial e aumentar suas emissões em 10% a 20%. O desempenho do desmatamento, cujos alertas subiram 34% em 2020 em relação a 2019, sugere que essa estimativa tende a se confirmar. Tudo somado, é possível afirmar que o Brasil dificilmente cumprirá a meta da PNMC, embora somente o SEEG de 2020 permita saber com precisão quão distante do cumprimento o país ficará.

Tal quadro é muito grave para os compromissos do Brasil junto à UNFCCC, dos quais dependem outros acordos internacionais, como o tratado de livre-comércio entre a

União Europeia e o Mercosul. Deixar de cumprir a meta pré-2020 significa que o país entra em desvantagem no período de cumprimento da NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), a meta adotada no Acordo de Paris de reduzir em 37% as emissões em 2025 em relação a 2005. O Brasil deveria iniciar em 2021 a implementação da NDC e apresentar em 2020 uma nova NDC, para o período 2025 a 2030, que ratifique ou amplie a meta indicativa de 43% de redução até 2030. Não apenas o país até hoje não apresentou seu plano de implementação da primeira NDC, como chega a 2020 numa trajetória de emissões oposta ao preconizado no Acordo de Paris – em que pese seu cumprimento ter em tese sido facilitado pelos tombs econômicos da grande recessão de 2014-2015 e da Covid-19.

² Le Quéré, C., et al., Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the Covid-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10, 647-653 (2020) <https://www.nature.com/articles/s41558-020-0797-x>

³ https://seeg-br.s3.amazonaws.com/OC_notas_tecnicas_FINAL.pdf

Esta oitava edição do SEEG traz mudanças metodológicas importantes, que mudam significativamente a estimativa de emissões brasileiras em toda a série histórica. Como ocorre todos os anos, a série de dados foi alterada para refletir os aprimoramentos metodológicos, o que produziu modificações nos percentuais de variação das emissões de ano a ano e até no ano de pico das emissões brasileiras, que passa a ser 2003 e não mais 2004.

Uma das mudanças mais significativas, dada a importância do setor para a curva de carbono do Brasil, é que em 2020, após dois anos de teste, o SEEG passa a adotar as matrizes de transição de vegetação do MapBiomas como base para o cálculo de emissões por MUT (mudança de uso da terra).

Matrizes de transição são os registros das mudanças que acontecem no uso do solo em todos os biomas brasileiros – seja de vegetação nativa para pasto ou agricultura, seja de pasto ou agricultura para floresta secundária, por exemplo. Os inventários nacionais de emissões, realizados quinquenalmente pelo MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações), nos quais se baseia o SEEG, utilizam matrizes feitas em intervalos longos: o país é dividido em várias células e cada célula é observada duas vezes, por exemplo, em 2002 e 2010, no caso do Terceiro Inventário (2015)¹. Conhecendo o carbono estocado na vegetação e nos solos de cada bioma, é possível estimar qual foi a perda ou o ganho em cada célula e dividi-la linearmente pelo número de anos para estimar as emissões anuais.

A exceção é a Amazônia, para a qual se conhece desde 1988 a taxa anual de desmatamento de florestas primárias, usada como *proxy* para distribuir as emissões em cada período.

Desde a sua primeira edição em 2013 o SEEG vem adotando o desmatamento como *proxy* para estimar as emissões por mudanças de uso do solo, exatamente como faz o MCTI nas suas atualizações anuais ou bianuais de emissões. Não é a situação ideal, pois os dados de desmatamento anual não estão disponíveis para todos os biomas além de o método não capturar as tremendas variações da dinâmica de uso do solo no país. Este foi o principal motivador para o início do projeto MapBiomas, em 2015. Ele desenvolveu uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso do solo que permitem gerar as matrizes de transição necessárias para aplicar a metodologia completa do inventário para cada ano no Brasil.

Num exemplo hipotético, se uma 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. Para fins de comparação com as estimativas oficiais do Brasil, apresentadas na plataforma Sirene², do MCTIC, o SEEG também continuará trazendo as estimativas anuais usando a metodologia anterior, que chamamos de Emissões e Remoções *Proxy*.

¹ Ver https://sirene.mctic.gov.br/portal/export/sites/sirene/backend/galeria/arquivos/2018/10/11/TCN_Volume_3.pdf

² <https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/>

02 MUDANÇAS NA METODOLOGIA DO SEEG 8

O SEEG passa a usar o MapBiomas como base para o cálculo de emissões de uso da terra

O uso do MapBiomas 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.

A mudança para ano-calendário e a inclusão do desmatamento de florestas secundárias fez com que os dados de supressão de vegetação nativa (florestal e não florestal, primária e secundária) de 2019 na Amazônia calculados no SEEG fossem de 9.556 km² em 2018 para 13.556 km² em 2019, um aumento de 42%. No mesmo período, o desmatamento medido pelo Prodes Amazônia (só floresta primária) foi de 7.536 km² em 2018 e 10.129 km² em 2019, um aumento de 34,5%. Apesar disso, em geral ao longo da série histórica as emissões totais ficaram mais baixas e as remoções mais altas que no método anterior.

Outra mudança relevante foi que o SEEG começou a incorporar como base para as estimativas o Quarto Inventário Nacional

de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, do MCTI, que até a publicação do SEEG 8 ainda não havia sido lançado. Com base dos dados que puderam ser acessados durante a consulta pública do inventário, foram incorporados os avanços que estavam já consolidados ou que não dependiam do processo final de ajuste após a consulta. Foi o caso de boa parte dos setores de agropecuária e resíduos.

No caso da agropecuária, o impacto é expressivo. Novas fontes de emissão passaram a ser contabilizadas pelo setor, como o caso da calagem, ou uso de calcário (cujas emissões até o Terceiro Inventário eram atribuídas ao setor de MUT), a aplicação de ureia, os resíduos vegetais de pastagens, a chamada torta de filtro (resíduos da produção de etanol e açúcar) e a mineralização do nitrogênio de solos com perda de carbono.

Outra mudança foi o aprimoramento na caracterização dos dados sobre os rebanhos de animais e demais fontes de emissões vegetais, aumentando a precisão das estimativas e permitindo conhecer melhor o impacto do setor nas emissões nacionais. Assim, o setor de agropecuária apresentou aumento de cerca de 18%, em suas emissões totais.

Exemplo disso é emissão por cabeça de gado de corte, que com a metodologia atual foi de 1,87 tCO₂e/cabeça para 2019, sendo 8,7% maior se comparada com a metodologia anterior, na qual seria de 1,72 tCO₂e/cabeça para mesmo ano.

A tabela abaixo traz as mudanças metodológicas no setor entre o SEEG 7 (baseado no Terceiro Inventário Nacional) e o SEEG 8 (baseado no Quarto Inventário) e seu impacto nas estimativas de emissão.

02 MUDANÇAS NA METODOLOGIA DO SEEG 8

Tabela 1 - Diferenças entre emissões da agropecuária entre o SEEG 7 e o SEEG 8, decorrentes das mudanças de metodologia do Terceiro para o Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

SUBSETOR	MUDANÇAS METODOLÓGICAS		VARIÇÃO ENTRE SEEG 7.0 E SEEG 8.0 (2018)
	ADIÇÃO DE FONTE DE EMISSÃO	ATUALIZAÇÕES/ APERFEIÇOAMENTO	
Fermentação Entérica	-	Fatores de emissão e categorização dos dados de atividade	15,4% +48,8 Mt tCO ₂ e
Manejo de Dejetos Animais	Adição da contabilização das emissões indiretas de óxido nitroso (N ₂ O)	Fatores de emissão, categorização da população de animais e sistema de manejo	5,6% +1,3 Mt tCO ₂ e
Cultivo de Arroz	-	Equações utilizadas e categorização dos dados de atividade	-14,0% -1,8 Mt tCO ₂ e
Queima de Resíduos Agrícolas*	-	Equação para cálculo da emissão de cana-de-açúcar	0,6% +0,03 Mt tCO ₂ e
Solos Manejados*	Emissões de uso de calcário (CO ₂)	Fatores de emissão, categorização dos dados de atividade.	38,2% +51,9 Mt tCO ₂ e
	Emissões de aplicação de ureia (CO ₂)		
	Emissões dos resíduos vegetais de pastagens (N ₂ O)	Equações para cálculo das emissões de solos orgânicos, emissões diretas e indiretas (lixiviação e deposição atmosférica)	
	Emissões de torta de filtro (N ₂ O)		
Emissões da mineralização de N associado a perda de carbono no solo (N ₂ O)			

* para esses subsectores foram utilizadas partes de metodologias do Terceiro Inventário Nacional.

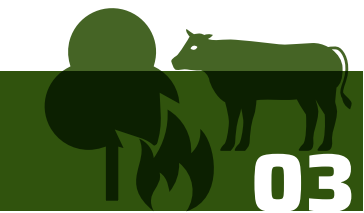
O setor de resíduos também incluiu aprimoramentos do Quarto Inventário. Na análise da disposição final de resíduos sólidos foram adotadas as taxas de geração e composição gravimétrica apresentadas na quarta edição, bem como passaram a ser contabilizadas as emissões pela disposição de resíduos de serviços de saúde e lodo oriundo de estações de tratamento de efluentes (ETEs). Já em relação aos efluentes líquidos industriais, os valores de geração de carga orgânica por produção industrial foram atualizados na nova versão do inventário, portanto esse dados foram revistos no SEEG 8, enquanto as emissões pelo tratamento de efluentes líquidos provenientes da produção de álcool e açúcar passam a ser alocadas no setor de agropecuária, e não mais em resíduos.

Nas estimativas de emissões por incineração ou queima a céu aberto, foram estimadas apenas emissões pelo

tratamento de resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS) e excluídas as estimativas de emissões pelo tratamento de resíduos industriais. Nesta edição também foram contempladas as estimativas pela queima a céu aberto de resíduos gerados por parte da população que não tem acesso aos serviços de coleta.


Por fim, ainda conforme o Quarto Inventário, o SEEG passou a contemplar as estimativas de emissões pelo tratamento de resíduos orgânicos por meio de compostagem.

Os setores de energia e processos industriais (Piup) não incorporaram mudanças do Quarto Inventário, devido a dúvidas apontadas e ainda não sanadas na consulta pública. As mudanças nos setores em questão do terceiro para o quarto inventário, porém, não devem causar alterações expressivas em suas respectivas emissões.



03 EMISSÕES POR SETOR

3.1 Agropecuária

 Em 2019, as emissões do setor de agropecuária totalizaram 598,7 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, um aumento de 1,1% em relação ao ano de 2018. O subsetor que mais contribuiu com as emissões totais (61,1%) foi a fermentação entérica, nome dado ao processo de digestão de celulose no rúmen de animais como bovinos, que emite metano (o popular “arroto do boi”). Bovinos de corte e leite respondem por 97% das emissões por fermentação entérica.

Os solos manejados representaram 32,2% das emissões totais, causadas principalmente por uso e deposição dos dejetos de bovinos de corte, juntamente com a utilização de fertilizantes sintéticos, respondendo por 24,8% e 17,4% do subsetor, respectivamente. A calagem (aplicação de calcário), antes contabilizada no setor de mudança de uso da terra, foi incorporada às emissões da agropecuária no Quarto Inventário Nacional, mudança que foi adotada pelo SEEG, no subsetor de solos manejados. Os demais subsetores, como o manejo de dejetos animais, cultivo de arroz irrigado e queima de resíduos agrícolas, em especial da palha da cana-de-açúcar, completam os 6,7% restantes das emissões nacionais do setor de agropecuária para 2019.

Analisando as emissões do setor por atividade, observa-se que criação animal respondeu por 76% do total, com destaque para a pecuária de corte e leite, representando 62% e 8,7% respectivamente, e criação de suínos, com 2,4%. A terceira atividade do setor de agropecuária foi o uso de fertilizantes sintéticos e a calagem (aplicação de calcário), com o total de 9,6% de participação.

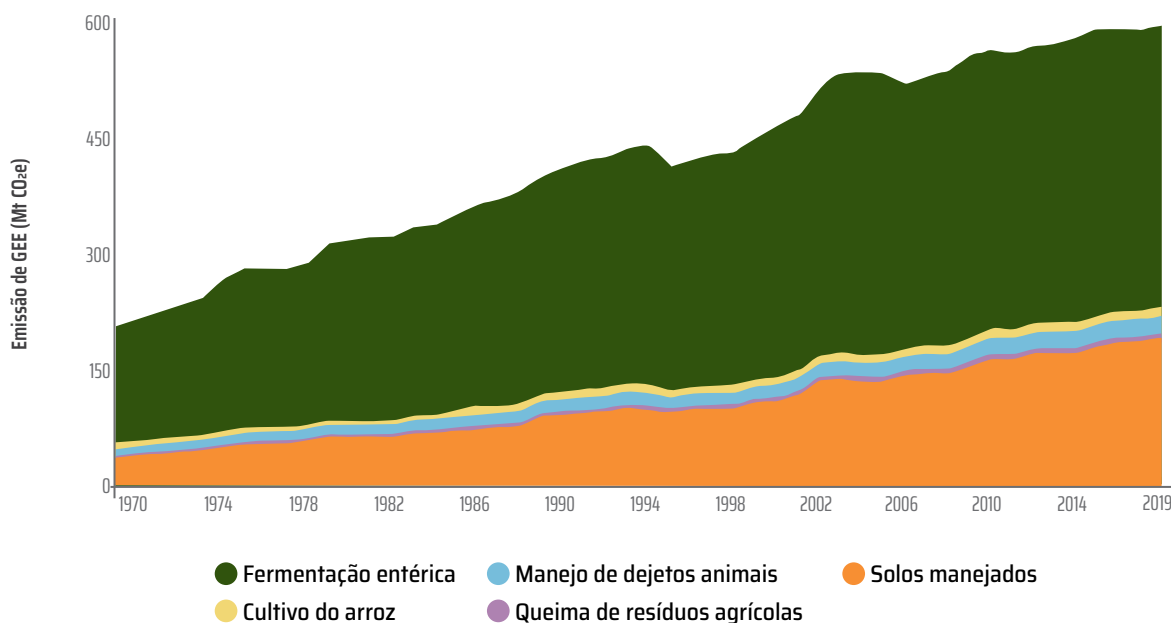


Figura 6 - Evolução das emissões de gases de efeito estufa da agropecuária por subsetor no período 1970-2019.

03 EMISSÕES POR SETOR

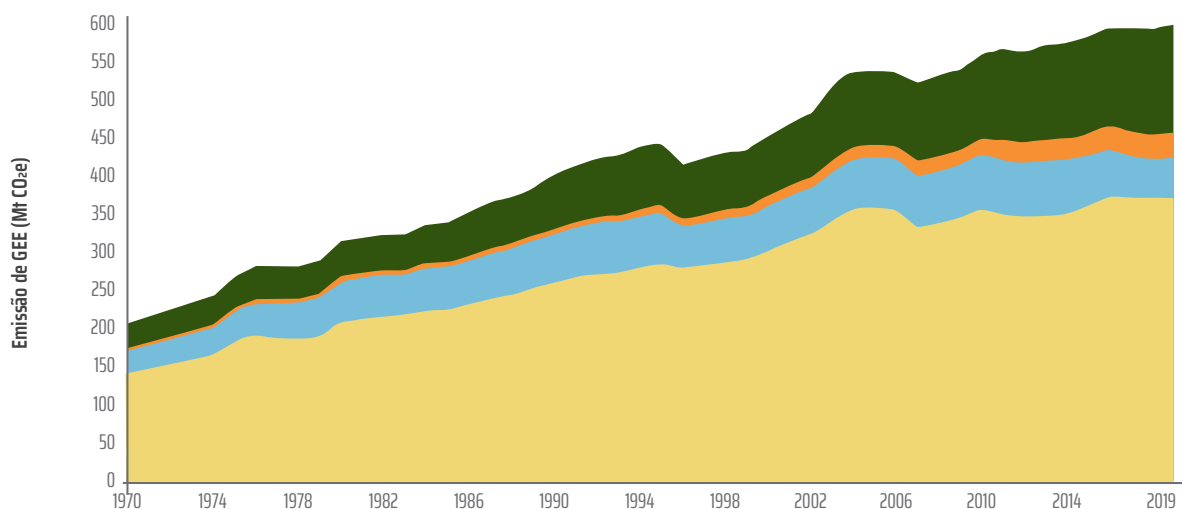


Figura 7 – Emissões da agropecuária por fonte no período 1990-2019.

● Outras fontes
● Fertilizantes sintéticos
● Gado de leite
● Gado de corte

Desde 1970, as emissões do setor agro saltaram 189,3%, sendo que para 2019 o comportamento é principalmente justificado pelo aumento da população total de bovinos e o uso de fertilizantes sintéticos e aplicação de calcário.

A pecuária brasileira continua em alta. Segundo o IBGE, em 2019, a quantidade de abates foi 1,26% superior, alcançando a maior quantidade de carne bovina já produzida, com o total de 8,2 milhões de toneladas (quase 3% mais que em 2018). Ao mesmo tempo, o rebanho total de bovinos teve aumento de 0,4%, ficando na faixa de 214,6 milhões de cabeças, o que gerou o crescimento de 0,44% das emissões de gado de corte. Assim, a elevação do número de abates, que poderia resultar na diminuição as emissões (uma vez que, quanto mais tempo no pasto e mais velho o rebanho, mais metano é emitido), foi compensada pelo aumento do número de cabeças.

Por outro lado, nota-se que houve um aumento de eficiência da produção de carne. O crescimento do rebanho bovino entre 2010 e 2019 foi de 2,6% e a produção de carne aumentou 18%, de acordo com o IBGE.

Na agricultura, a produção de grãos alcançou 237 milhões de toneladas, sendo 6,4% maior que em 2018. Entre 2005 e 2019, a produção de grãos aumentou mais de 117%, enquanto as emissões da produção vegetal aumentaram 52%.

Isso demonstra o potencial da agropecuária brasileira em se desenvolver reduzindo a intensidade de emissões

por tonelada produzida. Contudo, ampliar o fomento e a adoção de tecnologias e métodos de produção com baixas emissões continua fundamental para garantir a redução das emissões absolutas do setor, que continuam subindo.

Entre os Estados, somente Amapá, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul apresentaram quedas nas emissões do setor. Todos os demais Estados apresentaram aumento em 2019. Em Estados de fronteira agrícola, como MT, PA, RO, MA e AC, houve aumento do rebanho de bovinos e do uso de fertilizantes – com destaque para MT, GO e PA, que responderam por 16,6%, 10,8% e 10,2% das emissões provenientes de bovinos de corte, respectivamente. Já para o uso de fertilizantes sintéticos, os maiores emissores foram MT (15,8%), SP (15,5%) e MG (14,5%), respondendo por mais de 45% do total emitido por essa conta – que foi 6,7% maior do que em 2018.

O SEEG demonstra que o setor de agropecuária vem quebrando recordes de produção e reduzindo a intensidade das emissões, mas em números absolutos as emissões continuam a subir. É preciso expandir a produção de baixo carbono, que atenda às metas nacionais e ao Acordo de Paris. Para alcançar esse objetivo, torna-se imprescindível rápida expansão do Programa ABC e outras linhas de crédito do Plano Safra, assim como o monitoramento e a verificação dos seus resultados.

03 EMISSÕES POR SETOR



É PRECISO CONTABILIZAR O CARBONO NO SOLO

As mudanças no Quarto Inventário fizeram as emissões do setor de agropecuária crescer. É uma má notícia por um lado, porque mostra que a lição de casa do setor para que o Brasil cumpra suas metas no Acordo de Paris é maior. Por outro lado, também indica que o setor está fazendo esforços para entender melhor suas emissões – e mitigá-las. Uma peça importantíssima nesse esforço precisa ser a contabilização do balanço de carbono sequestrado no solo.

Desde 2015 o SEEG vem calculando e reportando em separado o carbono emitido principalmente por pastagens degradadas e o carbono sequestrado por pastagens bem manejadas. Essas emissões e remoções não entram na contabilidade do inventário nacional, mas é de interesse do agronegócio que sejam monitoradas e incluídas: à medida que a meta de recuperação de pastagens degradadas (30 milhões de hectares até 2030, somando-se os compromissos da PNMC e da NDC) for cumprida, será fundamental entender como ela pode ajudar a reduzir o sinal de carbono da agropecuária.

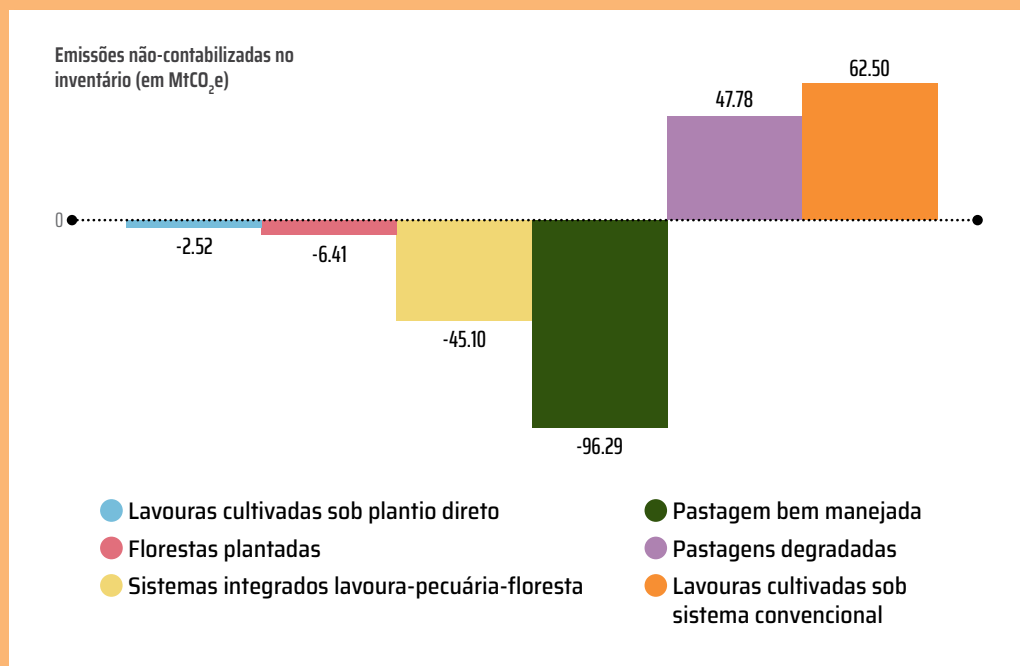
Em 2019, o balanço entre as fontes de remoção de carbono (florestas plantadas, lavouras sob sistema de plan-

tio direto, pastos bem manejados e sistemas integrados Lavoura-Pecuária-Floresta) e as fontes de emissão (lavouras sob sistema de plantio convencional e pastos degradados) resultou em uma remoção líquida de 39,7 MtCO₂e, quase 1% menor do que em 2018 (40,1 MtCO₂e).

Essa queda na remoção de carbono ocorreu devido ao aumento das emissões provenientes de pastos degradados e lavouras sob sistema de plantio convencional, de 0,4% e 3,8%, respectivamente, gerando uma remoção líquida menor em 2019 do que em 2018, mesmo com o aumento da remoção de todas as demais fontes.

Estima-se ainda que no Brasil haja aproximadamente 100 milhões de hectares de pastagens que apresentam algum grau de degradação, segundo dados do Map-Biomas, o que representa uma área do tamanho dos territórios da França e da Alemanha juntos. Ao todo, essas pastagens degradadas foram responsáveis pela emissão de 47,8 Mt tCO₂e em 2019. A principal forma de minimizar esses impactos é através da adoção de boas práticas agropecuárias para melhoria de qualidade dos pastos.

Figura 8 - Balanço das fontes de emissão e remoção para o cálculo da quantidade de carbono no solo em 2019.



03 EMISSÕES POR SETOR

3.2 Energia, processos industriais e uso de produtos

3.2.1 Energia

Em 2019, o setor de energia, que contabiliza os gases de efeito estufa provenientes da produção ou do uso de combustíveis, emitiu 413,7 MtCO₂e, o que representa 19% do total nacional, além de uma elevação de 1,1% em relação ao emitido no ano anterior. Historicamente, energia é um dos setores com maior aumento de emissões no país: de 1990 até o ano passado, o crescimento foi de 114%. Desde 1970, as emissões do setor quadruplicaram.

Dentro desse setor, a maior atividade emissora é o transporte, responsável,

em 2019, por 196,5 MtCO₂e – 47% de toda emissão por energia. Também são importantes as atividades de consumo energético industrial, de produção de combustíveis e de geração de eletricidade. Em ordem, esses subsetores emitiram 59,8, 54,7 e 53,4 MtCO₂e, representando 14%, 13% e 13% das emissões de energia. O setor tende a ser sensível às variações do PIB, que em 2019 teve uma elevação também discreta, coincidentemente de 1,1%.

A figura 9 mostra a evolução das emissões de energia por diferentes atividades nos últimos 49 anos. Destaca-se a consistente predominância da atividade de transporte, que, de 1970 para cá, afastou-se consideravelmente das curvas observadas em outros subsetores.

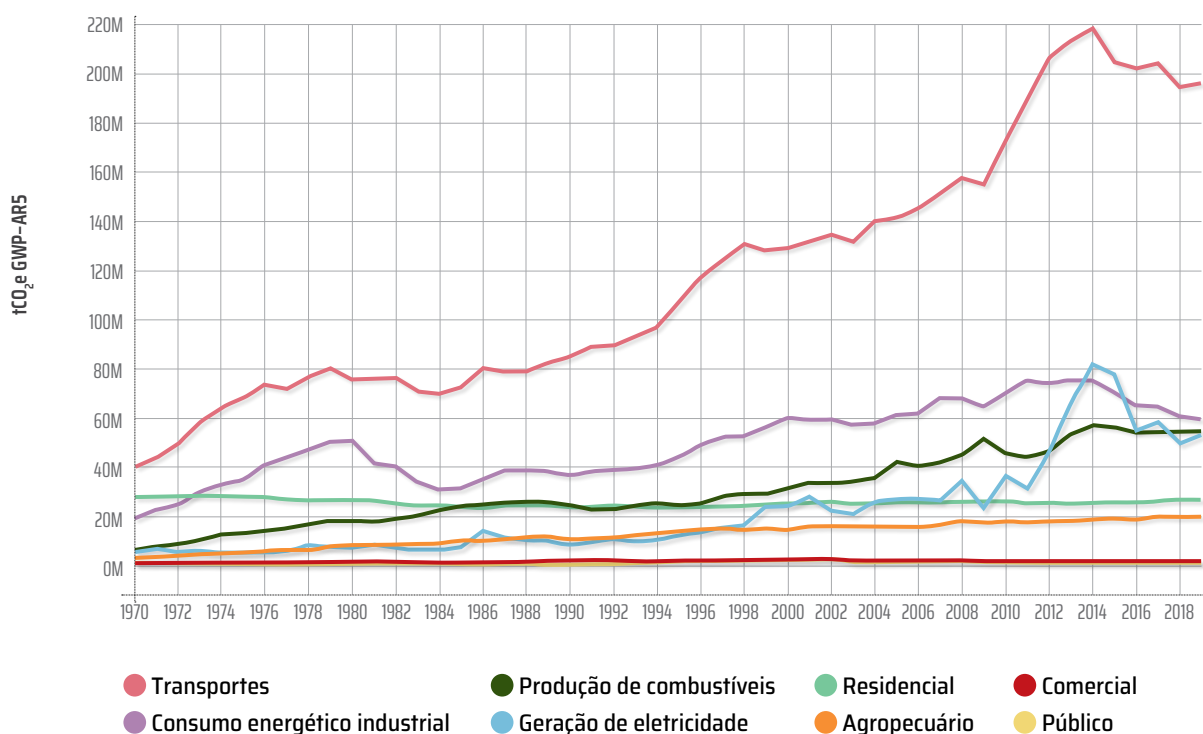


Figura 9 - Série histórica (1970-2019) de emissões de CO₂e (t) por atividades do setor de energia

03 EMISSÕES POR SETOR

Transportes

Em 2019, as emissões dos transportes (196,5 milhões de toneladas de CO₂e) mantiveram-se praticamente estáveis, tendo uma elevação de apenas 1% quando comparadas às de 2018. Essas emissões são geradas devido ao uso de combustíveis em veículos de carga ou de passageiros, como caminhões, automóveis, ônibus ou aeronaves. Caminhões e automóveis são as duas principais fontes emissoras nos transportes, responsáveis por, respectivamente, 40% e 31% dos gases de efeito estufa emitidos nessa atividade em 2019. O ligeiro aumento se deve, principalmente, a um incremento no consumo de diesel no transporte de carga (caminhões).

Como se observa na figura 9, a atividade de transportes teve seu pico de emissão em 2014 e, a partir daí, tem apresentado níveis de carbono consideravelmente menores. Isso se deve, em grande parte, à desaceleração econômica enfrentada pelo país nos últimos anos, com recessão em 2015 e 2016 e crescimento estacionado em menos de 1,5% ao ano desde então. Isso fez com que a intensidade de movimentação de cargas e pessoas fosse menor e, conseqüentemente, houvesse menor consumo e queima de combustíveis.

No entanto, para além da crise na economia, esse subsetor tem reduzido uma parcela de suas emissões devido ao maior uso de biocombustíveis (biodiesel e etanol), que, por serem provenientes de fontes renováveis, são considerados neutros em carbono. Como mostra a figura 10, 2019 foi o ano da série histórica em que se registrou o maior consumo tanto de biodiesel quanto de etanol – plenamente recuperado da crise de produção que atravessou no início da década de 2010 –, o que barrou uma maior elevação das emissões em transportes.

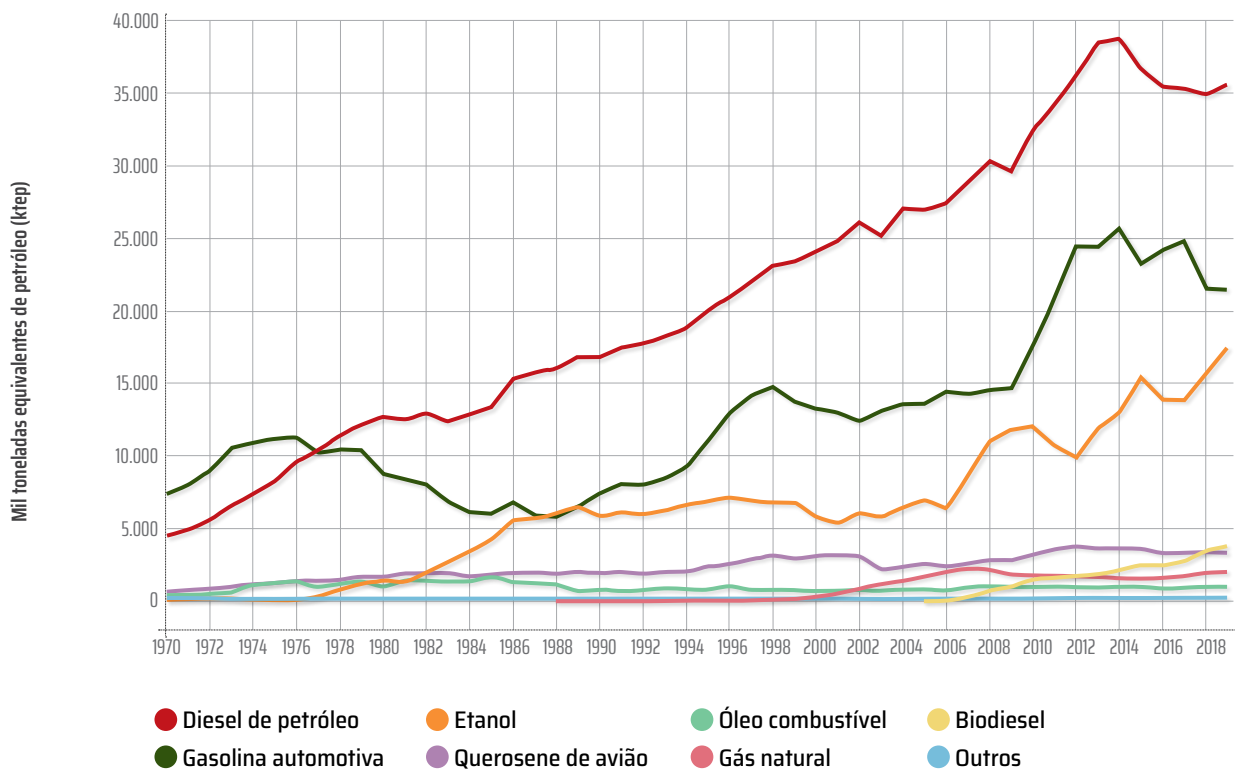


Figura 10 – Série histórica (1970-2019) do consumo energético (mil tep¹) de combustíveis na atividade de transporte

¹ Tonelada equivalente de petróleo (tep) é uma unidade de energia definida como o calor liberado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 bilhões de joules.

03 EMISSÕES POR SETOR

O etanol anidro é compulsoriamente adicionado à gasolina automotiva vendida no Brasil, representando, em 2019, 27,5% do volume da mistura disponível para uso final (gasolina comum). Por outro lado, em sua forma hidratada, o etanol pode ser consumido diretamente dos postos de combustível, competindo com a gasolina comum. Com a popularização de veículos flex, um maior consumo de etanol hidratado ou de gasolina comum é balizado pelo custo-benefício médio (R\$/km) de cada um deles.

Quanto ao biodiesel, o crescimento do seu consumo está relacionado a diretrizes da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), que tem, ano após ano, determinado a mistura de biodiesel ao diesel de petróleo em proporções cada vez mais elevadas. Se, por um lado, não havia consumo de biodiesel em 2004, por outro, o biodiesel já representava 11% do volume de óleo diesel consumido por veículos no fim de 2019.

Apesar de neutros em carbono emitido nos escapamentos dos veículos, o etanol e o biodiesel são produzidos majoritariamente a partir de cana-de-açúcar e soja, respectivamente. Com isso, a expansão do consumo desses biocombustíveis e, por consequência, da área utilizada para cultivos energéticos, se não bem monitorada e regulamentada, pode levar a desmatamentos e mudanças de uso do solo. Tal fenômeno acabaria fazendo esses biocombustíveis serem, em seu ciclo de vida, responsáveis por um volume importante de emissões, o que anularia sua vantagem ambiental. Daí a importância de medidas como o zoneamento da cana-de-açúcar, que desde 2009 veda sua expansão com financiamento público na Amazônia e no Pantanal. O zoneamento foi revogado

por decreto em novembro de 2019 pelo presidente Jair Bolsonaro, mas mantido em abril deste ano por decisão da Justiça que suspendeu o decreto.

Consumo energético industrial, produção de combustíveis e geração de eletricidade

As emissões provenientes do consumo energético industrial vêm caindo desde 2014, em consonância com a desaceleração econômica observada desde então. Em 2019, tais emissões (59,8 MtCO₂e) atingiram seu menor nível desde 2004. Já as emissões originadas na atividade de produção de combustíveis, como o refino de petróleo, permanecem estáveis em um patamar de cerca de 55 milhões de toneladas nos últimos seis anos. Em contrapartida, as emissões da geração de eletricidade variam mais do que aquelas observadas nas duas atividades anteriormente citadas. Isso se deve não só à dinâmica econômica do país como também ao perfil das fontes energéticas utilizadas na geração de energia elétrica: em um ano com regime de chuvas favorável, é possível gerar mais eletricidade via fonte hidráulica por meio das hidrelétricas, sendo menos necessário o acionamento de termelétricas fósseis, emissoras. Em 2019, o regime de chuvas foi favorável, sendo possível, assim, aumentar a geração de eletricidade por hidrelétricas em relação a 2018.

196,5
MtCO₂e

**FORAM AS EMISSÕES
DO SETOR DE
TRANSPORTES
EM 2019**

03 EMISSÕES POR SETOR

No entanto, a demanda geral por eletricidade aumentou 4% em relação ao ano de 2018. Assim, mesmo com o aumento da geração hidráulica, foi necessário aumentar a geração de eletricidade via termelétricas que utilizam fontes não renováveis de energia, o que ocasionou uma elevação de 7% nas emissões dessa atividade. Tal elevação só não foi maior devido ao crescimento da importância das usinas eólicas e solares, fontes não emissoras e que vêm ganhando relevância todos os anos na matriz elétrica brasileira.

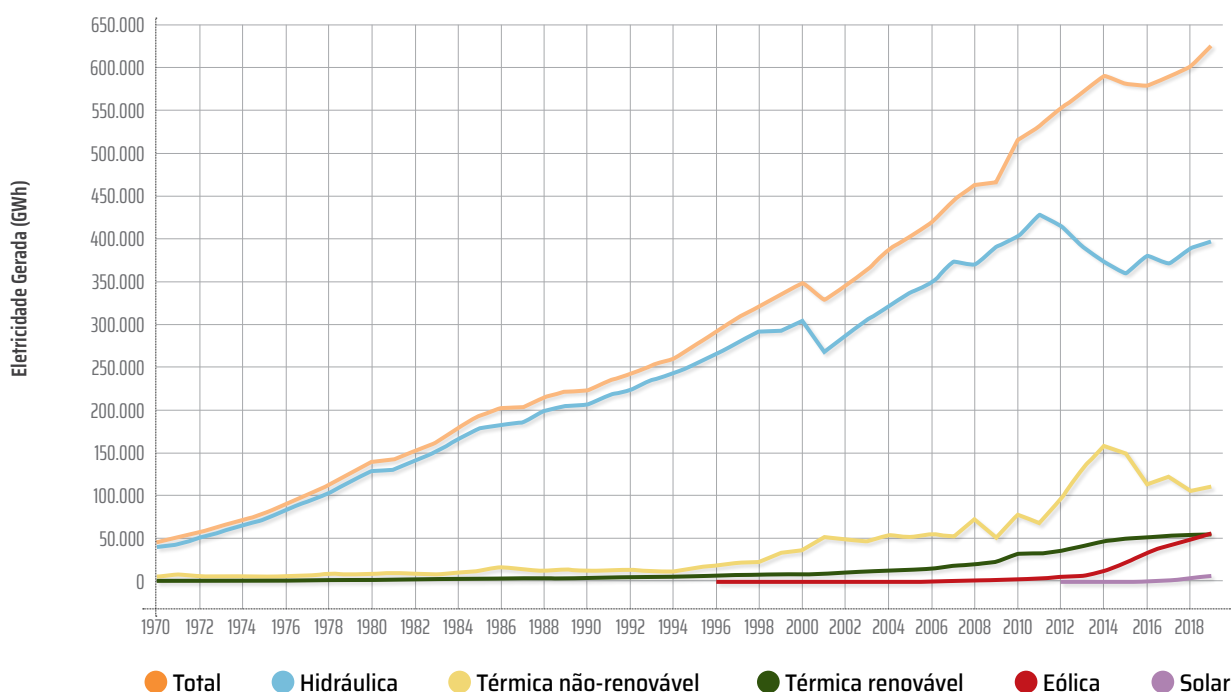


Figura 11 - Série histórica (1970-2019) da geração de eletricidade (GWh) por fonte energética



3.2.2 Processos industriais e uso de produtos (Piup)

Em 2019, o setor de Piup, que contabiliza as emissões provenientes do uso de produtos ou de transformações físico-químicas que ocorrem na indústria brasileira, emitiu 99,1 MtCO₂e. Esse número equivale a 5% das emissões brutas nacionais, bem como a uma queda de 2% em relação ao total emitido no ano anterior. As principais fontes de emissão desse setor são as produções de cimento e de ferro-gusa e aço. O ritmo de produção dessas duas indústrias de base acaba por ditar a evolução das emissões de Piup, que, desde 2010, têm se mantido em um patamar de 100 Mt, como evidencia a figura a seguir.

03 EMISSÕES POR SETOR

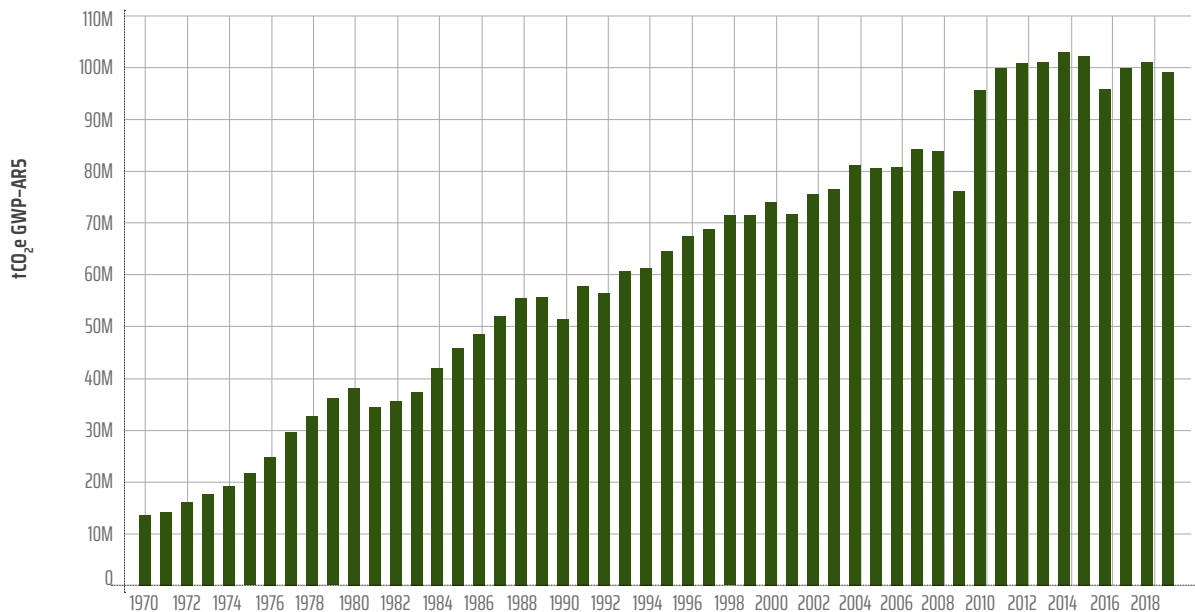


Figura 12 – Série histórica (1970-2019) do total de emissões do setor de Processos Industriais e Uso de Produtos



3.3 Mudança de uso da terra

As mudanças no uso da terra responderam por 363 milhões de toneladas de CO₂e das emissões líquidas nacionais e 968 milhões de toneladas das emissões brutas em 2019. A maior parte das emissões brutas (93%) é causada por alterações de uso do solo, que em sua maioria consistem no desmatamento do bioma Amazônia, que concentra 87% (841 MtCO₂e) das emissões brutas do setor.

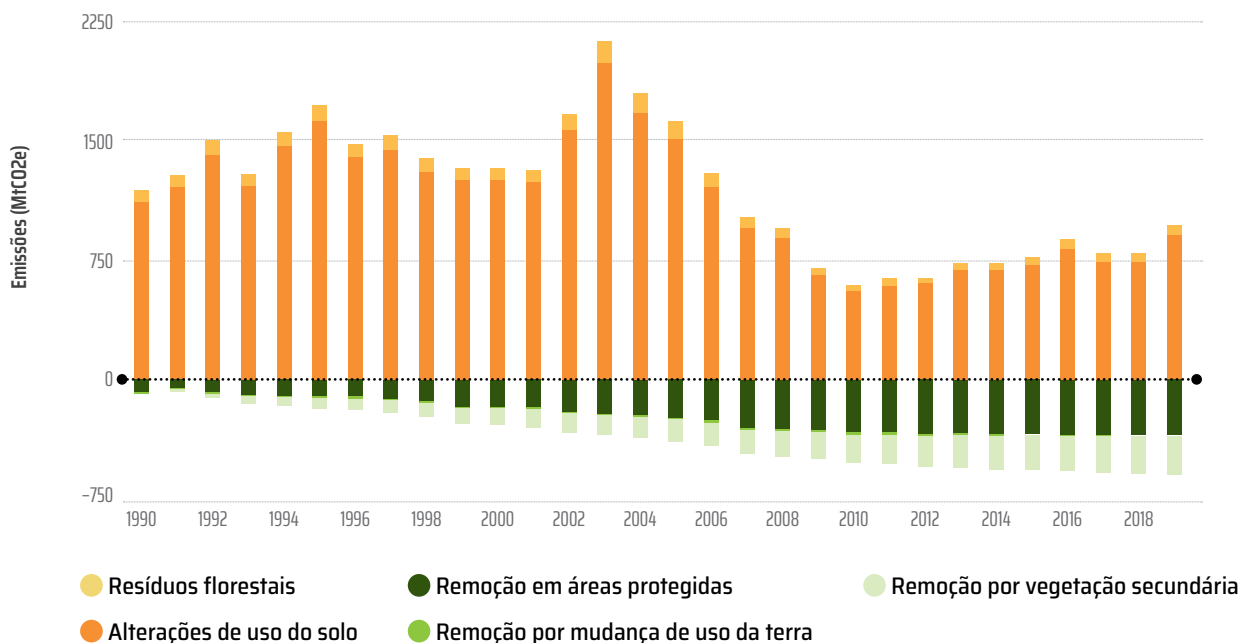
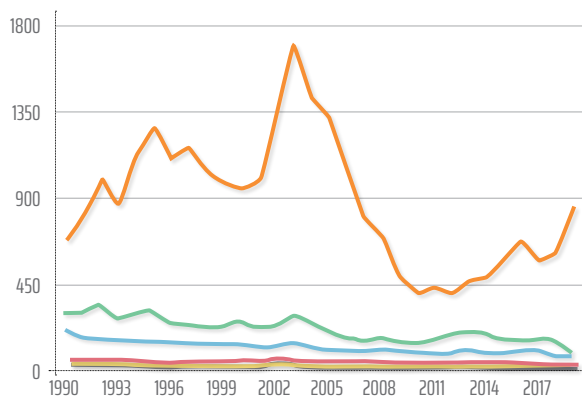


Figura 13 – Emissões e remoções por mudança de uso da terra

03 EMISSÕES POR SETOR

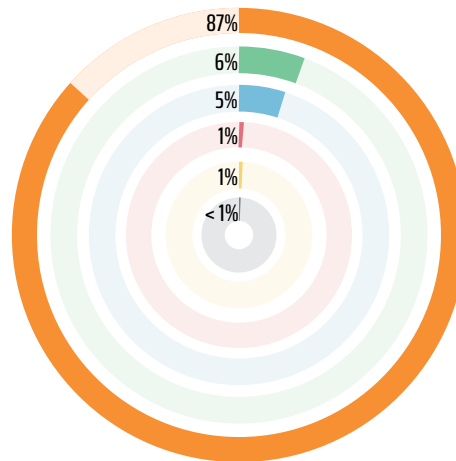
As emissões por supressão de vegetação nativa (primária e secundária) na Amazônia sofreram um aumento em 2019 com relação a 2018. Segundo os dados do SEEG a partir dos mapas de cobertura e uso do MapBiomas (coleção 5), a região passou de 9.556 km² suprimidos em 2018 para 13.556 km² em 2019, um aumento de 42%. Essas estimativas são compatíveis com o dado oficial de desmatamento do Prodes Amazônia (7.536 km² em 2018 e 10.129 km² em 2019, representando um aumento de 34,5%). Como visto no capítulo 2 deste relatório, o SEEG passa neste ano a usar os dados de transição de cobertura do solo do MapBiomas, que têm duas diferenças importantes em relação ao Prodes, do Inpe – e, portanto, ao inventário nacional: o desmatamento passa a ser medido de janeiro a dezembro e não mais de agosto de um ano a julho do ano seguinte. Além disso, o MapBiomas mede também a eliminação de vegetação secundária, o que o Prodes não detecta.

O desmatamento no cerrado emitiu 55,5 milhões de toneladas de CO₂e em 2019, seguido por mata atlântica (46,6 milhões), pampa (8 milhões) e Pantanal (7,8 milhões) e caatinga (5,7 milhões).



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

Figura 14 - Emissões por bioma, 2019



A aceleração do desmatamento na Amazônia em 2019 e 2020 deve fazer com que o país deixe de cumprir a meta da Política Nacional sobre Mudança do Clima. O desmatamento em 2019 detectado pelo Prodes na Amazônia é mais do que duas vezes maior. Como o desmatamento continuou subindo em 2020, como apontam os dados de alertas do sistema Deter, do Inpe, a meta de redução de 80% do desmatamento em relação a média de 1996 a 2005 não será cumprida em 2020.

03 EMISSÕES POR SETOR



BRUTO X LÍQUIDO

As remoções de carbono em 2019 foram maiores em áreas protegidas (59% ou 359 milhões de toneladas de CO₂e), seguidas de remoção por vegetação secundária (40% ou 239 milhões de toneladas de CO₂e). As remoções em 2019 compensaram 62,5 % das emissões brutas.

O SEEG reporta as emissões líquidas, que são a métrica adotada pelo governo federal, mas prefere, por padrão, expressar os dados nacionais em emissões brutas. A metodologia do inventário nacional de emissões produzido pelo MCTI inclui remoções por florestas que permaneceram florestas em unidades de conservação e terras indígenas. Isso porque a metodologia do MCTI considera remoções antrópicas aquelas produzidas por florestas nessas áreas, já que em tese sua proteção decorre de uma “ação humana” (a política pública) e tem um “custo”.

Embora tal “deflator” seja autorizado pela metodologia do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), que deixa a cargo de cada país definir o que seriam florestas manejadas antropicamente, o Observatório do Clima entende ser importante reportar essas remoções em separado, pois elas de fato ocorrem naturalmente em todas as florestas, estando ou não

em áreas protegidas. Ou seja, para efeitos do clima, não há diferença entre as remoções dentro ou fora de áreas protegidas, ainda que estas sejam absolutamente essenciais para reduzir o risco de uma área ser desmatada e deixar de remover carbono da atmosfera. Só que, ao considerar uma parcela dessas remoções como antrópicas, cria-se uma falsa impressão de aumento de remoções ao longo do tempo enquanto, na verdade, a redução da área de cobertura florestal no país claramente esteja reduzindo essa remoção. Entre 1985 e 2019, por exemplo, o país perdeu 87 milhões de hectares de vegetação nativa, que deixaram de capturar dezenas de milhões de toneladas de carbono todos os anos.

No ano de 2019, a inação do poder público jogou contra as próprias emissões líquidas ao permitir o aumento das invasões de terras indígenas (que cresceram 135% no ano passado, segundo dados do Conselho Indigenista Missionário²) e ameaças à integridade de unidades de conservação³. O desmatamento em UCs medido pelo Prodes em 2019 foi o maior dos últimos dez anos⁴. Como essas florestas protegidas estão cada vez menos protegidas e vêm diminuindo de tamanho, a tendência é que a remoção também caia.

² <https://t.co/O6Oa8LvAT1?amp=1>

³ <https://www.oeco.org.br/noticias/ricardo-salles-quer-rever-todas-as-unidades-de-conservacao-federais-do-pais-e-mudar-snuc/>

⁴ <https://www.oeco.org.br/reportagens/desmatamento-em-unidades-de-conservacao-atinge-maior-indice-dos-ultimos-10-anos/>

03 EMISSÕES POR SETOR

EMISSÕES POR FOGO E A CRISE DAS QUEIMADAS DE 2019



Desde 2018, o SEEG calcula, em caráter experimental, as emissões de gases de efeito estufa decorrentes de queimadas não relacionadas a desmatamento. Trata-se de incêndios em vegetação nativa - que degradam florestas em pé, que normalmente não queimariam, em especial na Amazônia.

Tais emissões não são contabilizadas no inventário nacional, devido ao alto grau de incerteza, em especial no que tange à regeneração das áreas queimadas e suas trajetórias de sucessão de vegetação. As emissões em áreas naturais, principalmente nos biomas cerrado e caatinga, são compensadas por meio da rebrota da vegetação resistente ao fogo, que subsequentemente remove da atmosfera parte do carbono emitido pelas queimadas. No entanto, ainda não são totalmente conhecidas e previsíveis as taxas com que essa remoção de carbono pós-fogo ocorre. Essa é uma lacuna de conhecimento que impede que se estime com confiança as emissões líquidas provenientes das queimadas em vegetação natural.

O Observatório do Clima entende que conhecer essas emissões, ainda que brutas, é de extrema relevância para o Brasil. O fogo é um instrumento de manejo agropecuário amplamente disseminado no país - usado por atores que vão de populações tradicionais a

latifundiários - e, portanto, suas emissões precisam ser contabilizadas como antrópicas. Além disso, há um conjunto crescente de evidências de que incêndios em florestas na Amazônia estão cada vez mais frequentes, quer pela fragmentação, que deixa a mata ressecada e facilita a propagação das chamas, quer pelo efeito da crise climática, que aumenta a estação seca e os extremos de estiagem⁵.

Em 2019, as emissões de fogo foram estimadas por meio da medida de área queimada detectada pelo sensor Modis, a bordo dos satélites Terra e Aqua, da Nasa. Elas foram de 517 milhões de toneladas de CO₂e, um aumento de 87% em relação a 2018. Desse total, 50% (259 MtCO₂e) foi emitido pela Amazônia, que viu um grande número de incêndios em florestas no ano passado, quando as queimadas fora de controle no mês de agosto colocaram o Brasil no centro de uma crise internacional e levaram o Presidente da República a enviar o Exército para a região em setembro. Segundo o Ipam, entre 2016 e 2019, 36% dos focos de calor na Amazônia estiveram relacionados a incêndios florestais⁶.

Neste século, o pico de emissões por fogo não relacionado ao desmatamento ocorreu em 2017, na sequência do El Niño extremo de 2016, quando somente a Amazônia emitiu 515 MtCO₂e por fogo.

⁵ Brando, P. M., Paolucci, L., Ummenhofer, C. C., Ordway, E. M., Hartmann, H., Cattau, M. E., Rattis, L., Medjibe, V., Coe, M. T., & Balch, J. (2019). Droughts, Wildfires, and Forest Carbon Cycling: A Pantropical Synthesis. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 47, 555–581. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-082517-010235>

⁶ Alencar, A., Rodrigues, L., e Castro, I., Amazônia em chamas: o que queima - e onde. Nota Técnica nº 5, agosto de 2020. Disponível em <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2020/08/NT5-pt-final.pdf>

03 EMISSÕES POR SETOR

3.4 Resíduos

Em 2019, o setor foi responsável pela emissão de cerca de 96 milhões de toneladas de CO₂e, um discreto aumento (1,3%) em relação ao ano anterior. Do total apresentado, a maior parte da contribuição está associada à disposição de resíduos sólidos em aterros controlados, lixões e aterros sanitários (65%), seguida pelo tratamento de efluentes líquidos domésticos (26%),

tratamento efluentes líquidos industriais (7%), incineração ou queima a céu aberto (2%) e, com menor contribuição, o tratamento biológico por meio de compostagem (<1%).

Historicamente, as emissões setoriais são marcadas pelo crescimento acentuado, associadas ao aumento da população e a avanços no acesso aos serviços de saneamento, conforme pode ser observado na figura abaixo.

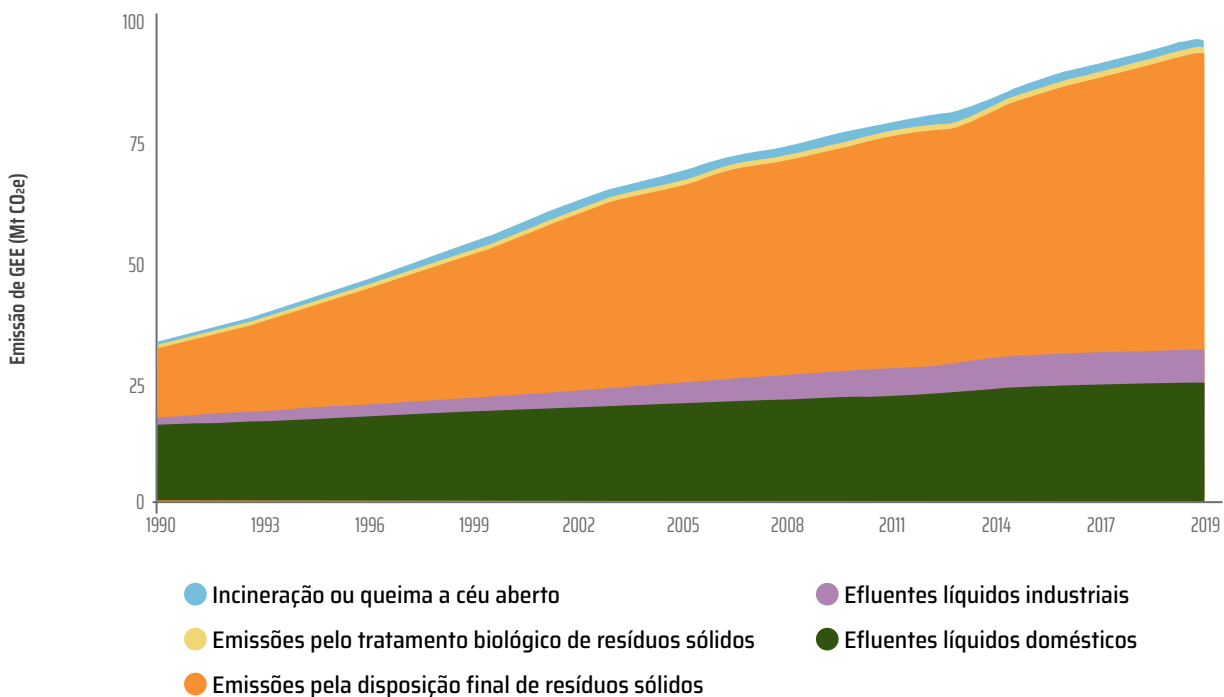


Figura 15 - Série histórica (1990 a 2019) das emissões do setor de resíduos

Disposição final de resíduos sólidos

Em 2019, a disposição final foi responsável pela emissão de 62 MtCO₂e. Historicamente, além do crescimento populacional e aumento na geração de resíduos apresentados desde 1970, também se observa uma ampliação do acesso aos serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), em especial na taxa de coleta e nos índices de disposição final ambientalmente adequada. Em 1991,

apenas cerca de 4% dos resíduos eram dispostos adequadamente, enquanto em 2019 a média foi de cerca de 64% de resíduos sólidos coletados encaminhados para aterros sanitários, informações do Sistema Nacional de Saneamento (Snis).

Sem a ampliação de mecanismos de captura e aproveitamento do biogás gerado, a disposição em aterros sanitários pode aumentar as emissões do lixo, já que nos aterros a decomposição da matéria orgânica é anaeróbica e emite mais

03 EMISSÕES POR SETOR

metano (CH₄), um gás-estufa 28 vezes mais potente que o CO₂. Atualmente, as emissões de aterros sanitários são mais representativas que as emissões oriundas de locais de disposição inadequados, 57% das emissões do subsetor, conforme pode ser observado na figura abaixo.

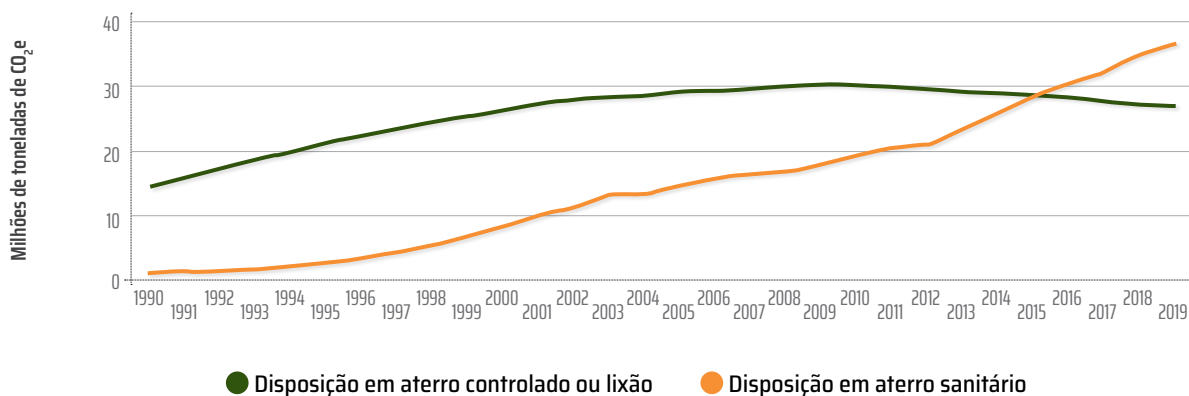


Figura 16 - Série histórica (1990 a 2019) das emissões de resíduos sólidos por tipo de disposição final

Apesar do crescimento das emissões, as taxas de disposição final em locais ambientalmente adequados não atingiram as metas previstas na metas setoriais⁷. Em 2019, o governo federal lançou o “Programa Nacional Lixão Zero” inserido no âmbito da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana. Como é um programa bastante recente, sua efetividade ainda não pôde ser analisada.

Em relação ao potencial de abatimento de emissões do subsetor, destaca-se que no Brasil existem diversos projetos de recuperação de biogás de CH₄ (de 2003 a 2019 foram contabilizados 49 projetos na plataforma de consulta de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo da UNFCCC⁸). Esses aterros foram responsáveis pela recuperação de cerca de 11 MtCO₂e em 2019, cerca de 15% do total de emissões do subsetor. Desde 2003, 117 milhões de toneladas de CO₂e foram recuperadas por meio da queima ou do aproveitamento energético do biogás.

A partir de uma projeção bastante simplificada, mantendo as atuais taxas de desvio de aterros sanitários e recuperação de metano, estima-se que encaminhar os resíduos para aterros sanitários sem contemplar etapas de valorização do resíduo coletado pode gerar um acréscimo anual de cerca de 10 milhões a 20 milhões toneladas de CO₂e, evidenciando ainda mais que a gestão de resíduos sustentável deve priorizar as cadeias de redução de geração de resíduos, bem como promover o investimento nas rotas de valorização dos materiais coletados.

⁷ A Lei nº 12.305/10 definiu como prazo para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos a data 2 de agosto de 2014. Esse prazo foi posteriormente prorrogado para dois horizontes temporais diferentes.

⁸ Dados obtidos no campo de pesquisa da plataforma da UNFCCC. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>

03 EMISSÕES POR SETOR



Tratamento biológico

Como a quantidade de resíduos encaminhada para esse tipo de tratamento biológico por meio de compostagem é baixa, as emissões de GEE do subsetor também são pouco significativas, apesar de apresentarem um crescimento acentuado desde 1990. Em 2019, o subsetor foi responsável pela emissão de cerca de 0,52 MtCO₂e, contribuindo com menos de 1% do total das emissões do setor de resíduos.



Incineração e queima a céu aberto

Em 2019, o subsetor foi responsável pela emissão de 2 MtCO₂e, representando cerca de 2% das emissões do setor. O Brasil usa poucas rotas de tratamento térmicas, sendo a incineração utilizada predominantemente para o tratamento de resíduos de serviços de saúde (RSS). Já a queima aberta de resíduos pode ser definida como a combustão de materiais combustíveis ao ar livre ou em lixões abertos, sem passar por filtragem.

A estimativa de emissões de GEE oriundas da queima a céu aberto passou a ser

contemplada na quarta versão do Inventário Nacional, sendo que essa é adotada como uma prática da população que não tem acesso ao sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos, ocorrendo de forma mais frequente em áreas rurais do que em áreas urbanas. No Brasil, observa-se um maior número de municípios nas regiões Norte e Nordeste que aplicam esse tipo de tratamento.



Efluentes líquidos domésticos

Em 2019, o tratamento e afastamento de efluentes líquidos foi responsável pela emissão de 24,95 MtCO₂e, cerca de 26% das emissões do setor. Desse total, 37% são provenientes de efluentes coletados e tratados; 29% de efluentes não coletados; 15% de efluentes de efluentes que são coletados e não tratados; e 19% de soluções individuais (fossas sépticas).

O tipo de tratamento aplicado influencia na quantidade de metano gerado, pois a degradação da matéria orgânica pode ocorrer em ambientes aeróbicos ou anaeróbicos. No Brasil, as principais tecnologias de tratamento são sistemas de lodo ativado e reatores anaeróbicos associados a outros processos de tratamento. A partir de 2010, observa-se uma maior contribuição de emissões oriundas de estações de tratamento de efluentes, conforme pode ser observado no gráfico abaixo.

EM 2019 O TRATAMENTO E AFASTAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS FOI RESPONSÁVEL POR

26%

DAS EMISSÕES DO SETOR

03 EMISSÕES POR SETOR

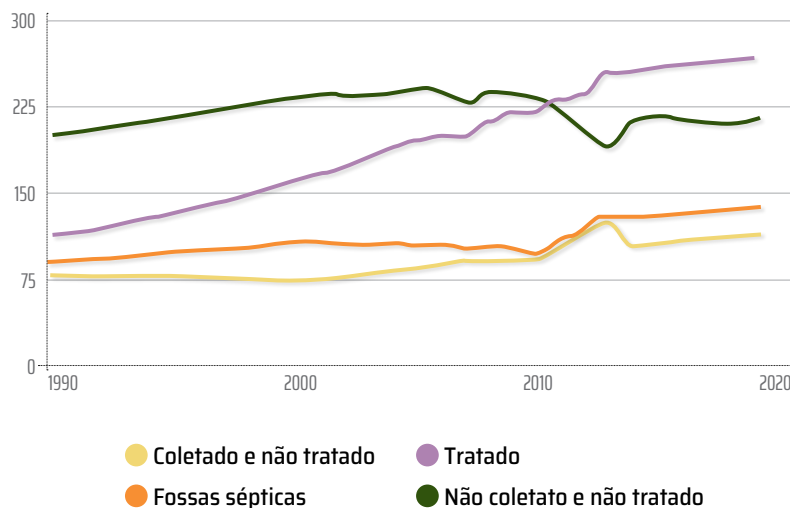


Figura 17 - Série histórica (1990 a 2019) as emissões de GEE por tipo de tratamento ou afastamento de efluentes líquidos

A revisão do Plano Nacional de Saneamento de 2019 e o novo Marco Legal de Saneamento estabelecem como meta a universalização do acesso a serviços de saneamento até 2033. Por meio do comportamento das emissões será possível compreender a efetividade do marco legal e se a onda de investimento prevista pelo governo federal está se materializando, bem como ela se reflete em relação às populações mais vulneráveis e as regiões deficitárias. Outro ponto a ser monitorado é se na busca pela universalização serão priorizadas medidas e processos com potencial de mitigar emissões no setor (aproveitamento energético do biogás, otimização de processos e outros).



Efluentes líquidos industriais

Em 2019, o subsetor foi responsável pela emissão de 6,9 MtCO₂e, representando cerca de 7% das emissões do setor. As principais atividades industriais que contribuem para as emissões de setor são a produção de leite cru e celulose. Considerando todo período, de 1970 a 2019, observa-se um aumento das emissões subsetor, relacionadas ao aumento da produção e crescimento do PIB nacional.

O subsetor de tratamento de efluentes industriais apresenta um comportamento de emissões distinto do observado para efluentes domésticos, pois as emissões estão diretamente correlacionadas com a produção industrial (a qual está suscetível a oscilações provocadas por aspectos econômicos) e não apresentam correlação com as taxas de crescimento populacional.



04 EMISSÕES ALOCADAS POR ESTADO

Nesta sétima versão do SEEG foi possível alocar 95,2% das emissões de gases de efeito estufa nos Estados. Devido ao uso do MapBiomas para estimar as emissões de mudança de uso da terra, foi possível, pela primeira vez, alocar 100% das emissões desse setor às Unidades da Federação.

Neste último ano, os Estados do Pará (18,4% do total) e Mato Grosso (10,6%) aparecem como os principais emissores brutos, seguidos de São Paulo (6,9%), Amazonas (6,8%) e Minas Gerais (6,7%). É a primeira vez que o Amazonas aparece entre os quatro maiores geradores de emissões brutas. Excluindo uso da terra, São Paulo passa a liderar as emissões nacionais, seguido de Minas Gerais e Mato Grosso.

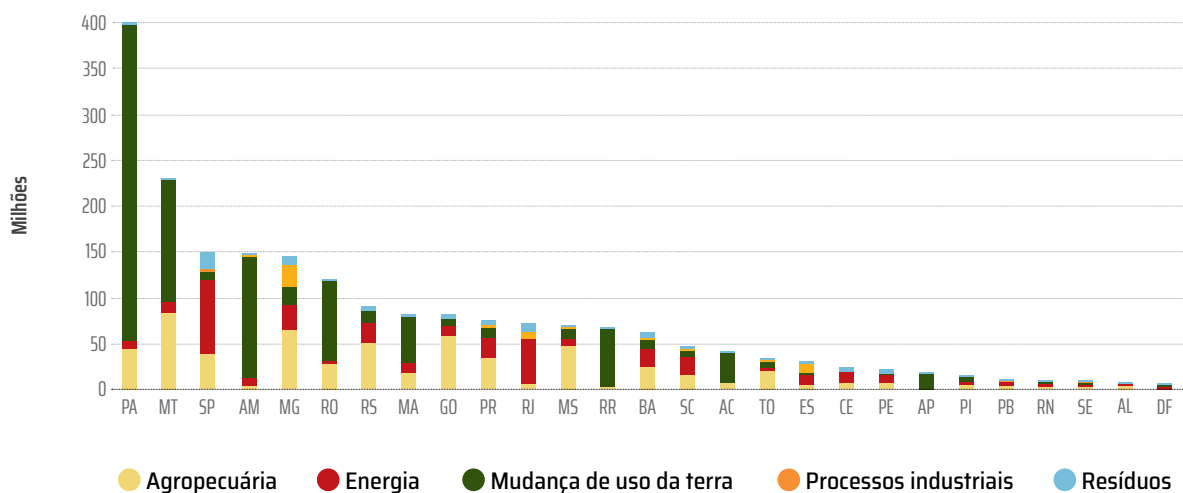


Figura 18 - Emissões alocadas por Estado, 2019

Quando se analisa as emissões brutas per capita, o Estado que lidera o ranking é Roraima, com 111 toneladas de CO₂e emitidas por habitante em 2019 – mais de 15 vezes a média mundial, de 7,1 toneladas per capita no mesmo ano –, seguido por Rondônia, com 67 toneladas. Devido à disparada do desmatamento e à baixa população, a emissão média por habitante em Roraima é três vezes maior que no Qatar, um dos países com maiores emissões per capita, e seis vezes maiores do que nos Estados Unidos¹. Roraima, Rondônia, Pará e Amazonas têm como principais fontes de emissão o desmatamento e a atividade pecuária. Já em São Paulo e Minas Gerais predominam emissões do setor de energia (especialmente o transporte) e, no caso mineiro, também o gado de leite.

¹ Ver dados do Climate Watch: https://www.climatewatchdata.org/countries/QAT?calculation=PER_CAPITA

04 EMISSÕES ALOCADAS POR ESTADO

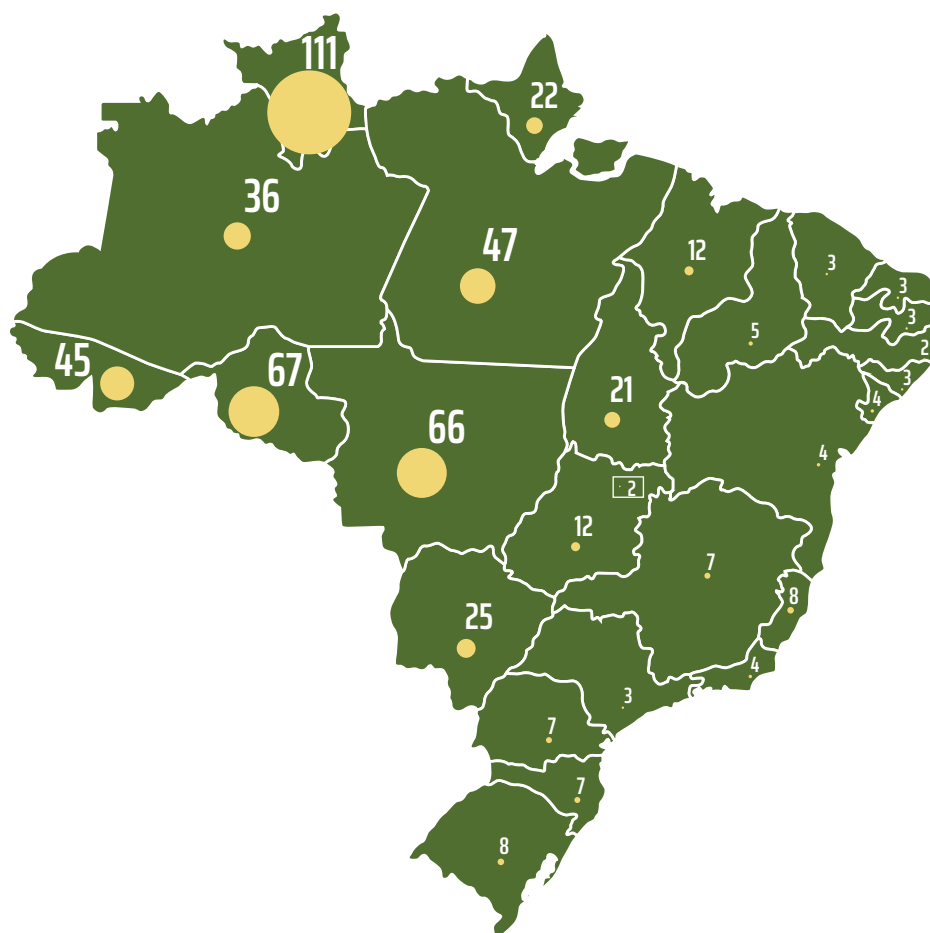


Figura 19 - Emissões per capita dos Estados, 2019

Quando se consideram as emissões líquidas, ou seja, descontando remoções por áreas protegidas e terras indígenas – algo que o SEEG considera ser inadequado do ponto de vista do clima, mas que é autorizado pelo IPCC –, o Amazonas passa a ter apenas 1,3% das emissões nacionais, e Roraima, 0,3% devido à grande área de terras indígenas e unidades de conservação em ambos.



Em 2019, o Ministério do Meio Ambiente comemorou a publicação de um estudo do Ipea que sugeriu que o Brasil “deve cumprir” sua “meta voluntária” (sic) de redução de emissões em 2020¹. Trata-se da PNMC (Política Nacional sobre Mudança do Clima), regulamentada pelo Decreto 7.390, de 2010. É um compromisso legal, portanto obrigatório, de reduzir o desmatamento na Amazônia em 80% em 2020 e as emissões agregadas brutas em 36,8% a 39,9% no mesmo ano.

No segundo semestre de 2019, o ministro do Meio Ambiente levou à Europa um arrazoado de números que supostamente mostrariam que o Brasil estaria a ponto de cumprir sua NDC². Evidência disso seria que, em 2015, ano de adoção da NDC, o país já havia reduzido em 35% suas emissões em relação a 2005 – insinuando que estaria a apenas dois pontos percentuais de entregar a meta de 2025 de 37% de redução adotada em Paris. Será que isso faz sentido?

Neste capítulo, seguindo a tradição dos relatórios SEEG desde a primeira edição, analisamos a trajetória de emissões brasileiras para avaliar o quão próximo o Brasil está de cumprir suas metas de clima. Neste ano, à luz dos dados consolidados de 2019 e de informações preliminares sobre 2020, é possível afirmar, pela primeira vez, que o país não cumprirá a meta da PNMC. Também

estimamos quão longe o Brasil está de cumprir a NDC – o que dependerá de uma ação decidida contra o desmatamento.

5.1 As metas nacionais: 2020, 2025 e 2030

O Brasil tem duas metas de redução de gases de efeito estufa, ambas obrigatórias: a estabelecida na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), em 2009, com reduções previstas para 2020; e a meta de redução de emissões para 2025, inscrita na NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada), de 2015, estabelecida voluntariamente, mas que se tornou obrigatória quando da promulgação do Acordo de Paris no Brasil, em junho de 2017. Pela NDC, o país se compromete a reduzir suas emissões líquidas em 37% até 2025 em relação aos níveis de 2005, o que totalizaria uma emissão máxima de 1,3 bilhão de toneladas líquidas de CO₂ equivalente (GtCO₂e) naquele ano. Além da meta para 2025, a NDC tem um indicativo de meta para 2030, de 43% de redução. Pelas regras da UNFCCC, o Brasil teria a obrigação de apresentar uma nova NDC em 2020 que cobrisse o período até 2030. Pelo artigo 4 do Acordo de Paris, cada NDC sucessiva precisa ser mais ambiciosa que a anterior. Até a publicação deste relatório, o país ainda não havia apresentado sua meta para 2030.

¹ <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/15650-brasil-perto-de-cumprir-meta-de-redu%C3%A7%C3%A3o-de-co2-em-2020.html>

² <http://www.observatoriodoclima.eco.br/explainer-brazil-way-meet-climate-targets/>

05 O BRASIL E AS METAS DE CLIMA

A PNMC comprometeu o Brasil a uma redução de 36,1% a 38,9% até 2020 em comparação com o cenário tendencial (o que seria emitido se nada fosse feito). O cenário tendencial foi projetado com base em duas premissas muito exageradas: a de que o PIB brasileiro cresceria 5% ao ano até 2020, algo que não era realista nem mesmo nos anos de alto crescimento econômico do governo Lula, e a de que toda a demanda adicional de energia, na ausência de política pública, seria atendida por combustíveis fósseis – o que não faz sentido econômico num país como o Brasil, grande produtor de energia hidrelétrica e biocombustíveis. Isso produziu um cenário tendencial artificialmente inflado, no qual as emissões brasileiras chegariam a 3,267 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente em 2020 se nada fosse feito.

O decreto 7.390, que regulamentou a lei em 2010, expressou a meta de

redução em níveis de emissões entre 2,068 bilhões de toneladas brutas³ de CO₂e⁴ (36,8%) equivalente e 1,977 bilhão de toneladas (38,9%), que deveriam ser atingidos neste ano. Também estabeleceu planos setoriais para o cumprimento da meta agregada. A mais importante delas, que forneceria a maior parte das reduções de emissão previstas, consistia em cortar a taxa de desmatamento da Amazônia em 80% em relação à média verificada entre 1996 e 2005, chegando a 2020 com no máximo 3.925 km² de desmatamento por ano.

Em novembro de 2018, o decreto foi revogado pelo decreto 9.578, que no entanto manteve as metas numéricas do anterior. Portanto, o Brasil deveria chegar ao ano de 2020 com emissões brutas máximas de 2,068 bilhões de toneladas CO₂e.

PELO DECRETO 9.578 O BRASIL DEVERIA CHEGAR AO ANO DE 2020 COM EMISSÕES BRUTAS MÁXIMAS DE

2,068
bilhões de
toneladas CO₂e

* calculados em GWP, IPCC AR2

5.2 Perdendo a meta da Política Nacional de Mudança do Clima

Para avaliar o desempenho do Brasil em relação à meta da PNMC, foi feita uma projeção simplificada das emissões brutas para 2020 usando a variação média anual desde 2010, ano da regulamentação da lei, até 2019. Para efeito de comparabilidade com a meta, a projeção está expressa conforme as diretrizes do Segundo Relatório de Avaliação (AR2) do IPCC, que o governo federal usou para o cálculo original da meta – portanto, os valores de emissão não são comparáveis com o restante das estimativas deste relatório.

³ A provisão de que se tratava de emissões brutas não havia sido explicitada na regulamentação PNMC, mas o foi no anexo da NDC do Brasil, disponível em <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>. O SEEG publica os dados por padrão em CO₂e com os fatores de conversão do 5º Relatório do IPCC. Os dados também são disponibilizados na plataforma com os fatores de conversão do 2º e 4º relatório do IPCC

⁴ Usando os fatores de conversão do 2º Relatório do IPCC (SAR).

05 O BRASIL E AS METAS DE CLIMA

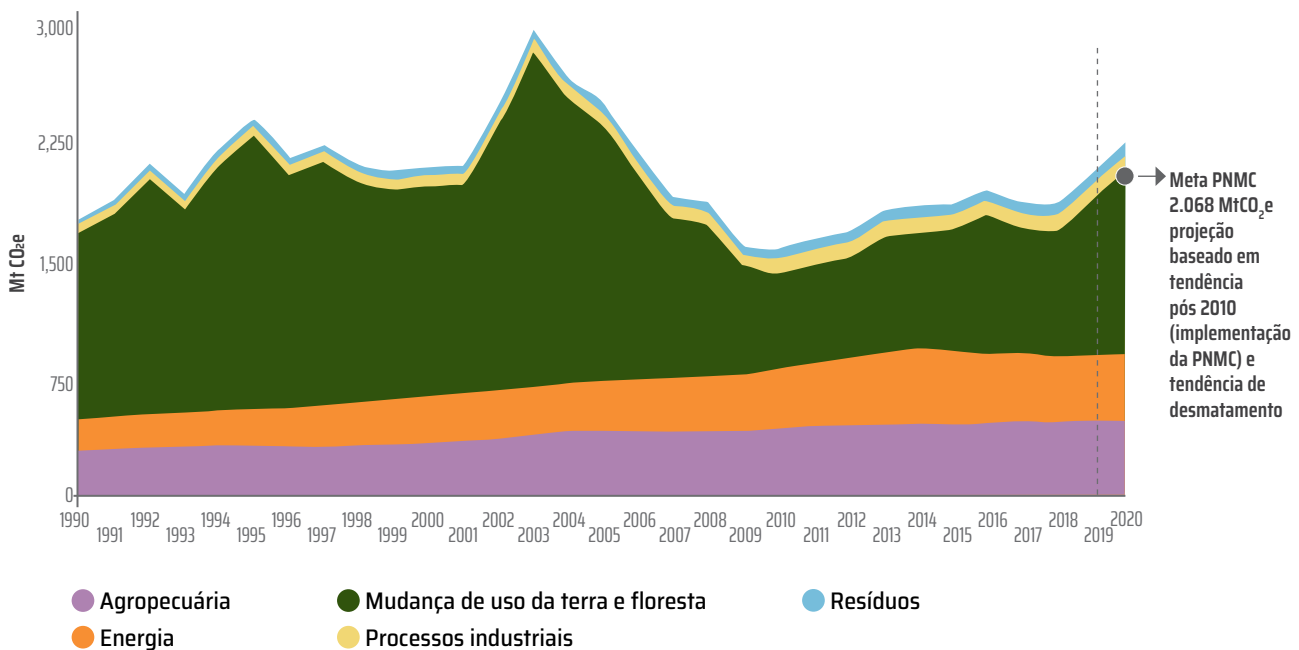


Figura 20 - Trajetória de emissões brutas do Brasil e projeção de emissões até 2020 (tCO₂e)

Calculando as emissões com base no AR2, o Brasil teve em 2019 emissões brutas de 2,060 GtCO₂e. Isso significa que, um ano antes do prazo da meta, as emissões nacionais já eram 4% maiores que o limite mais ambicioso da PNMC (1,977 GtCO₂e) e estavam rigorosamente em cima do limite menos ambicioso (2,068 GtCO₂e). Isso significa que qualquer crescimento de emissões em 2020 fará o país descumprir a meta agregada da PNMC.

A projeção para 2020, com base na média de variação das emissões nos últimos cinco anos, é de 2,2 GtCO₂e, portanto acima da meta, mesmo considerando seu limiar menos ambicioso. A meta de redução de desmatamento, como se sabe, não foi cumprida: em 2020, dados do sistema de alertas Deter, do Inpe, que carregam uma subestimativa média de 50% em relação aos dados oficiais do sistema Prodes, já apontavam um desmatamento de pelo menos 9.126 km², mais do que o dobro da meta da PNMC, de 3.925 km². Lembramos que as premissas da PNMC eram irrealistas e, mesmo assim, o Brasil foi na contramão da política, aumentando suas emissões em quase um terço desde 2010.

5.3 O desvio de rota da NDC

Em 2020, o governo brasileiro deveria apresentar à sociedade um plano de implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada do país para o período 2021-2025. Deveria também, conforme a decisão de adoção do Acordo de Paris⁵, comunicar à ONU uma nova NDC, com prazo até 2030. Nenhuma das duas coisas havia acontecido até a publicação deste relatório.

Conforme os dados do SEEG 8, as emissões líquidas brasileiras em 2019 eram de 1,570 bilhão de toneladas de CO₂e. Portanto, para cumprir a NDC – limitando as emissões líquidas em 2025 a 1,3 bilhão de toneladas –, o Brasil precisaria chegar a 2025 com emissões líquidas 17% menores. Trata-se de uma meta factível. Reduções dessa magnitude nesse prazo já ocorreram no Brasil no passado: entre 2003 e 2006, por exemplo, o país diminuiu suas emissões líquidas em 33%.

No entanto, desde 2015, ano de adoção da meta, o país aumentou suas emissões líquidas em 12%. São, portanto, contrafactuais as alegações de que o país está no rumo de cumprir sua NDC.

Na verdade, como é sabido, o país tem sofrido desde o início de 2019 a erosão das políticas, das regulações e dos instrumentos que conduziram ao cumprimento da NDC. Não é objeto deste relatório inventariar as ações de desmonte da governança ambiental brasileira. No entanto, cabe mencionar algumas ações de governo que impactam direta e negativamente o cumprimento dos compromissos do Brasil no clima:

O Fundo Clima, que ajuda a financiar ações de mitigação, foi paralisado até setembro e retomado apenas depois que partidos políticos processaram o governo no STF. O Fundo Amazônia, que durante dez anos ajudara a implementar ações de desenvolvimento sustentável na região – e desde 2016 vinha também sendo usado para financiar comando e controle, por meio dos programas de fiscalização do Ibama – foi igualmente paralisado, após o ministro do Meio Ambiente insistir em mudar sua governança à revelia dos doadores, alegando irregularidades nunca comprovadas nas doações a ONGs. Sua interrupção também é objeto de uma ação no STF contra o governo.

Os planos de prevenção e controle do desmatamento na Amazônia (PPCDAm) e no cerrado (PPCerrado) foram extintos e substituídos por um documento de 19 páginas, sem metas, prazos ou indicação de atribuições ou financiamento⁶. Já em outubro, o general Hamilton Mourão declarou a embaixadores estrangeiros uma meta de reduzir a taxa de desmatamento em 50% até 2023, sem no entanto dizer como⁷.

37%

**META DE
REDUÇÃO DE
EMISSIONES DO
BRASIL
EM 2025 EM
RELAÇÃO A 2005**

⁵ A Decisão 1CP21, em seu artigo 23, solicita aos países com NDCs para 2025 que apresentem uma nova até 2020. Só Brasil e EUA estão nessa categoria. Ver <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf#page=2>

⁶ <https://fakebook.eco.br/o-brasil-tem-um-plano-de-combate-ao-desmatamento/>

⁷ <https://g1.globo.com/politica/noticia/2020/10/23/a-embaxadores-mourao-fala-em-reduzir-desmatamento-da-amazonia-em-50percent-ate-2023.ghtml>

05 O BRASIL E AS METAS DE CLIMA

A ação punitiva e dissuasória dos órgãos fiscalizadores, peças fundamentais do controle do desmatamento, foi enfraquecida por meio de dois dispositivos ilegais: A Operação Verde Brasil 2, que subordinou o Ibama e o ICMBio ao Exército na Amazônia, e a criação, por decreto, da chamada “conciliação” de multas, que interrompeu toda a cobrança de multas ambientais federais no país desde outubro de 2019. A conciliação foi objeto de uma terceira ação na Suprema Corte contra o governo.

Em resumo, o Brasil chega a 2020 sem ter cumprido a PNMC, com emissões na contramão da NDC, sem um plano de implementação desta e ao menos por ora sem apresentar a nova NDC. Cabe também um alerta: a NDC de 2025 não é condicionada, ou seja, não se pode alegar falta de financiamento externo para seu descumprimento. Já a meta indicativa para 2030, se for mantida, pode ter sua implementação enfraquecida por imposição de um número excessivo de condicionantes de financiamento.

Por fim, é preciso lembrar que a NDC do Brasil é classificada como “insuficiente” para o cumprimento do objetivo do Acordo de Paris de estabilizar o aquecimento global a bem menos do que 2°C neste século em relação à era pré-industrial, com esforços para limitá-lo a 1,5°C. O Observatório do Clima deve apresentar ainda em 2020 uma proposta de NDC para o Brasil que seja compatível com 1,5°C, de acordo com as circunstâncias nacionais, a população, a responsabilidade histórica e o PIB do país.

ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GEE NO BRASIL POR SETOR E SUB-SETOR DE 2010 A 2019 (TCO₂e - GWP AR5)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AGROPECUÁRIA	559,029,312	566,344,232	562,281,357	570,174,618	574,496,949	581,603,872	594,250,914	594,140,980	592,356,319	598,672,054
Cultivo do Arroz	10,688,345	12,000,196	10,702,618	10,899,574	11,112,742	11,850,044	11,094,193	11,453,318	11,066,801	11,217,665
Fermentação Entérica	367,923,009	361,361,938	359,037,045	360,033,096	361,501,756	369,105,777	373,645,608	367,191,697	364,689,553	366,075,315
Manejo de Dejetos Animais	20,672,686	22,538,349	22,525,486	22,225,747	22,754,345	23,579,498	23,779,400	23,661,790	23,662,780	23,559,901
Queima de Resíduos Agrícolas	6,461,116	6,124,213	5,731,586	5,426,558	5,365,566	5,309,584	5,345,491	5,127,285	5,197,557	5,330,687
Solos Manejados	153,284,156	164,319,537	164,284,621	171,589,642	173,762,541	171,758,968	180,386,221	186,706,891	187,739,628	192,488,486
ENERGIA	373,067,646	386,888,723	420,354,069	455,146,792	480,372,684	457,045,232	423,914,401	431,074,670	409,331,883	413,673,635
Emissões Fugitivas	20,335,918	18,757,559	20,022,823	23,832,912	25,069,627	25,338,792	24,802,203	24,888,932	24,704,201	25,895,530
Emissões pela Queima de Combustíveis	352,731,728	368,131,164	400,331,246	431,313,880	455,303,058	431,706,441	399,112,198	406,185,737	384,627,681	387,775,105
MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA	591,110,455	624,364,195	637,372,667	723,085,400	727,703,224	761,048,045	876,836,206	788,513,808	788,173,542	968,055,554
Alterações de Uso do Solo	552,923,675	583,681,092	596,230,228	676,143,200	680,799,386	709,863,037	818,634,720	735,415,308	734,738,901	901,100,397
Resíduos Florestais	38,186,780	40,683,103	41,142,439	46,942,200	46,903,838	51,185,008	58,201,486	53,098,500	53,434,641	66,955,157
PROCESSOS INDUSTRIAIS	95,548,484	99,817,935	100,861,782	100,989,466	103,043,881	102,089,520	95,828,304	99,912,519	101,062,336	99,074,468
Emissões de HFCs	13,047,168	11,774,322	12,676,516	13,578,711	14,480,905	15,383,099	16,285,294	17,187,488	18,089,682	18,991,877
Indústria Química	3,562,689	3,814,169	3,520,976	3,564,181	3,734,172	3,734,172	3,734,172	3,734,172	3,734,172	3,734,172
Produção de Metais	50,354,923	53,381,027	52,044,758	50,571,254	50,933,042	51,148,319	46,973,938	51,618,484	51,932,280	47,895,754
Produtos Minerais	27,746,514	29,921,934	31,751,101	32,310,998	33,029,373	30,977,578	27,978,578	26,481,853	26,414,305	27,497,748
Uso de SF6	173,900	182,830	189,175	195,520	201,865	208,210	214,555	220,900	227,245	233,590
Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes	663,290	743,653	679,255	768,802	664,524	638,141	641,768	669,622	664,651	721,327
RESÍDUOS	78,593,769	79,893,292	80,816,900	84,153,567	86,558,973	89,410,962	90,964,746	92,618,299	94,891,735	96,155,226
Efluentes Líquidos	27,788,896	28,333,240	28,711,920	30,180,720	30,527,795	30,697,736	31,025,336	31,352,015	31,737,192	31,856,298
Resíduos Sólidos	50,804,873	51,560,052	52,104,980	53,972,847	56,031,178	58,713,227	59,939,410	61,266,283	63,154,542	64,298,929
TOTAL GERAL	1,697,349,667	1,757,308,378	1,801,686,775	1,933,549,843	1,972,175,712	1,991,197,631	2,081,794,570	2,006,260,276	1,985,815,814	2,175,630,937

ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GEE NO BRASIL POR SETOR E SUB-SETOR DE 2000 A 2009 (TCO₂e - GWP AR5)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
AGROPECUÁRIA	451,584,978	468,028,821	481,831,136	517,595,499	537,367,338	536,150,592	535,939,244	522,056,676	532,350,382	539,516,406
Cultivo do Arroz	10,218,435	9,963,115	10,364,786	10,001,485	11,144,915	10,579,880	10,506,277	9,997,563	10,955,987	10,803,851
Fermentação Entérica	312,404,116	325,757,105	331,227,965	348,402,248	363,710,608	365,989,269	364,444,349	343,967,271	349,432,520	357,027,714
Manejo de Dejetos Animais	17,068,764	17,914,929	17,700,240	18,495,040	19,115,884	19,392,777	19,721,337	19,069,605	19,567,063	20,082,089
Queima de Resíduos Agrícolas	3,659,946	3,907,230	4,155,741	4,590,710	4,746,138	4,752,957	5,109,472	5,328,876	6,120,209	6,226,500
Solos Manejados	108,233,718	110,486,441	118,382,404	136,106,015	138,649,792	135,435,709	136,157,810	143,693,361	146,274,603	145,376,251
ENERGIA	289,823,761	299,401,139	297,418,353	289,949,992	305,878,489	317,657,316	321,141,826	335,145,284	354,225,672	342,115,152
Emissões Fugitivas	14,098,141	15,647,518	14,940,290	14,250,002	14,616,128	19,707,352	17,664,471	18,247,578	19,093,702	25,230,349
Emissões pela Queima de Combustíveis	275,725,620	283,753,621	282,478,063	275,699,990	291,262,361	297,949,965	303,477,355	316,897,706	335,131,970	316,884,803
MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA	1,324,959,845	1,310,004,021	1,665,507,370	2,125,645,879	1,790,875,236	1,615,699,773	1,291,409,512	1,010,048,564	945,171,062	691,016,321
Alterações de Uso do Solo	1,246,695,670	1,232,572,968	1,566,205,296	1,976,776,849	1,666,406,996	1,503,492,262	1,202,540,651	941,591,030	881,982,926	645,759,444
Resíduos Florestais	78,264,175	77,431,053	99,302,074	148,869,030	124,468,240	112,207,511	88,868,861	68,457,534	63,188,136	45,256,877
PROCESSOS INDUSTRIAIS	74,133,208	71,719,613	75,557,821	76,594,083	81,158,263	80,493,656	80,808,713	84,267,199	83,688,812	76,137,838
Emissões de HFCs	2,280,481	3,671,435	3,776,094	4,273,840	4,513,182	6,131,755	6,379,899	9,625,089	6,957,141	9,416,223
Indústria Química	8,150,176	6,860,242	8,116,681	7,903,478	10,127,092	9,266,090	9,941,667	4,187,604	3,941,502	3,332,303
Produção de Metais	41,707,365	40,239,399	43,362,400	45,338,088	46,787,788	44,371,651	42,631,245	46,455,247	46,914,019	38,169,780
Produtos Minerais	21,385,655	20,385,805	19,624,095	18,457,183	19,086,485	20,067,751	21,255,142	23,296,565	25,032,179	24,512,035
Uso de SF6	117,500	119,850	124,550	131,600	141,000	143,350	150,400	155,100	162,150	166,850
Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes	492,031	442,881	554,002	489,894	502,716	513,058	450,361	547,594	681,821	540,647
RESÍDUOS	58,212,091	61,224,804	63,760,799	66,289,167	67,972,295	70,076,480	72,474,386	73,344,450	75,010,461	76,906,710
Efluentes Líquidos	22,533,786	23,022,467	23,304,393	23,848,000	24,712,987	25,306,422	25,919,670	25,927,831	26,935,566	27,458,108
Resíduos Sólidos	35,678,306	38,202,337	40,456,407	42,441,167	43,259,308	44,770,057	46,554,716	47,416,618	48,074,895	49,448,602
TOTAL GERAL	2,198,713,883	2,210,378,397	2,584,075,480	3,076,074,619	2,783,251,620	2,620,077,816	2,301,773,682	2,024,862,173	1,990,446,390	1,725,692,426

ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GEE NO BRASIL POR SETOR E SUB-SETOR DE 1990 A 1999 (TCO₂e - GWP AR5)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
AGROPECUÁRIA	402,917,847	414,613,040	422,721,399	427,324,314	437,802,145	441,902,456	415,076,468	423,541,981	429,408,673	434,848,506
Cultivo do Arroz	9,042,376	9,919,738	10,637,984	11,341,661	11,125,469	11,406,729	9,890,562	9,325,356	9,235,206	10,947,014
Fermentação Entérica	283,413,059	292,353,678	296,459,613	298,602,930	303,750,216	309,435,118	290,141,342	294,859,243	298,897,291	302,277,691
Manejo de Dejetos Animais	16,589,445	17,150,810	17,460,984	17,302,706	17,796,728	18,349,009	15,561,542	15,828,155	16,036,367	16,431,677
Queima de Resíduos Agrícolas	3,712,377	3,674,145	3,782,901	3,366,335	3,999,360	4,140,311	4,060,892	4,050,017	4,162,108	3,951,974
Solos Manejados	90,160,590	91,514,669	94,379,918	96,710,683	101,130,372	98,571,289	95,422,130	99,479,210	101,077,701	101,240,151
ENERGIA	193,676,856	198,078,585	202,166,260	206,615,859	215,018,154	230,560,205	248,329,736	265,072,006	272,778,864	283,150,829
Emissões Fugitivas	10,101,749	10,021,134	9,840,153	10,075,406	10,420,216	9,926,766	9,948,627	11,033,724	12,123,683	13,011,341
Emissões pela Queima de Combustíveis	183,575,107	188,057,451	192,326,107	196,540,453	204,597,937	220,633,439	238,381,109	254,038,282	260,655,182	270,139,488
MUDANÇA DE USO DA TERRA E FLORESTA	1,180,624,976	1,277,029,741	1,492,332,992	1,286,387,531	1,551,663,927	1,717,099,547	1,474,141,276	1,526,649,460	1,381,225,487	1,322,809,755
Alterações de Uso do Solo	1,112,490,311	1,203,288,811	1,403,684,592	1,210,694,589	1,459,675,500	1,614,913,080	1,386,604,149	1,435,718,393	1,299,132,105	1,244,636,208
Resíduos Florestais	68,134,665	73,740,930	88,648,400	75,692,942	91,988,427	102,186,467	87,537,127	90,931,067	82,093,382	78,173,547
PROCESSOS INDUSTRIAIS	51,467,747	57,886,808	56,411,830	60,664,428	61,323,529	64,584,382	67,305,826	68,645,797	71,358,612	71,488,098
Emissões de HFCs	1,492,276	1,707,588	2,039,690	2,157,462	2,120,330	2,275,606	2,735,336	2,616,648	2,260,936	3,674,654
Indústria Química	5,353,520	5,875,877	5,672,927	6,869,850	6,975,612	7,355,720	6,342,668	6,108,933	7,865,032	8,125,926
Produção de Metais	29,106,932	34,018,727	34,338,518	36,525,222	37,324,120	38,509,993	39,292,594	39,473,872	40,065,480	38,012,227
Produtos Minerais	14,998,012	15,788,336	13,932,264	14,649,805	14,423,536	15,942,297	18,411,489	19,898,886	20,618,640	21,103,904
Uso de SF6	98,700	94,000	94,000	94,000	96,350	96,350	96,350	98,700	110,450	115,150
Uso Não-Energético de Combustíveis e Uso de Solventes	418,307	402,279	334,432	368,088	383,581	404,416	427,389	448,758	438,073	456,237
RESÍDUOS	33,559,961	35,487,163	37,509,392	39,560,605	41,849,471	44,401,654	47,017,833	49,401,754	52,109,087	55,052,230
Efluentes Líquidos	17,800,769	18,249,308	18,683,177	19,029,020	19,513,492	20,162,665	20,770,944	20,984,301	21,405,940	21,933,561
Resíduos Sólidos	15,759,192	17,237,855	18,826,215	20,531,585	22,335,978	24,238,989	26,246,890	28,417,453	30,703,148	33,118,669
TOTAL GERAL	1,862,247,386	1,983,095,337	2,211,141,873	2,020,552,737	2,307,657,226	2,498,548,244	2,251,871,139	2,333,310,997	2,206,880,724	2,167,349,418

Estimativa de Remoções de GEE de 2010 a 2019 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Remoção em Áreas Protegidas	-342,514,589	-343,072,256	-345,576,042	-347,256,698	-349,305,588	-350,265,566	-354,374,741	-358,435,507	-358,190,058	-358,613,885
Remoção por Mudança de Uso da Terra	-14,386,078	-12,063,276	-16,851,111	-12,048,852	-14,330,529	-6,985,537	-9,132,085	-7,570,337	-4,964,672	-7,033,732
Remoção por Vegetação Secundária	-175,626,432	-183,727,898	-191,568,692	-200,883,731	-210,791,718	-217,622,545	-222,177,388	-226,400,576	-233,518,249	-239,070,511
GRAND TOTAL	-532,527,099	-538,863,430	-553,995,845	-560,189,281	-574,427,835	-574,873,648	-585,684,214	-592,406,420	-596,672,979	-604,718,128

Estimativa de Emissões Líquidas de GEE de 2010 a 2019 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Emissões Líquidas	1,164,822,568	1,218,444,948	1,247,690,930	1,373,360,562	1,397,747,877	1,416,323,983	1,496,110,356	1,413,853,856	1,389,142,835	1,570,912,809

Estimativa de Emissões Internacionais de GEE (Bunker) no transporte marítimo e aéreo de 2010 a 2019 (tCO₂e)

SETORES	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Transporte Aéreo Internacional	5,880,817	6,480,476	6,733,542	7,029,281	7,510,454	7,334,544	6,808,445	6,656,932	7,545,486	7,308,544
Transporte Marítimo Internacional	12,864,609	13,794,312	12,267,132	10,964,565	11,232,122	12,711,278	11,041,995	10,887,100	9,342,282	10,806,553
TOTAL	18,745,426	20,274,788	19,000,673	17,993,846	18,742,576	20,045,822	17,850,440	17,544,033	16,887,768	18,115,097

Estimativa de Remoções de GEE de 2000 a 2009 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Remoção em Áreas Protegidas	-185,339,592	-186,605,820	-212,665,597	-225,445,023	-232,976,643	-248,659,565	-268,729,740	-315,039,463	-319,161,042	-330,197,269
Remoção por Mudança de Uso da Terra	-8,864,770	-10,547,160	-9,703,812	-8,656,738	-10,628,309	-12,047,070	-12,416,513	-11,746,830	-12,176,622	-13,145,546
Remoção por Vegetação Secundária	-101,884,937	-110,727,962	-118,239,991	-122,987,072	-130,201,028	-137,719,019	-144,455,585	-152,128,229	-158,811,488	-168,001,236
GRAND TOTAL	-296,089,299	-307,880,942	-340,609,400	-357,088,833	-373,805,980	-398,425,654	-425,601,838	-478,914,522	-490,149,152	-511,344,051

Estimativa de Emissões Líquidas de GEE de 2000 a 2009 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Emissões Líquidas	1,902,624,584	1,902,497,455	2,243,466,080	2,718,985,786	2,409,445,640	2,221,652,162	1,876,171,844	1,545,947,651	1,500,297,238	1,214,348,375

Estimativa de Emissões Internacionais de GEE (Bunker) no transporte marítimo e aéreo de 2000 a 2009 (tCO₂e)

SETORES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Transporte Aéreo Internacional	2,037,100	1,789,277	2,208,097	3,362,107	3,362,107	3,362,107	3,887,746	4,227,453	4,808,607	4,989,109
Transporte Marítimo Internacional	9,338,663	10,518,773	11,551,591	10,154,001	10,154,001	11,036,064	10,707,081	11,518,437	14,458,775	11,984,787
TOTAL	11,375,763	12,308,050	13,759,688	13,516,108	13,516,108	14,398,171	14,594,828	15,745,890	19,267,382	16,973,896

Estimativa de Remoções de GEE de 1990 a 1999 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Remoção em Áreas Protegidas	-88,579,109	-59,939,461	-88,443,325	-105,963,139	-114,973,226	-115,081,559	-118,618,919	-129,926,001	-148,756,463	-181,576,152
Remoção por Mudança de Uso da Terra	-7,604,084	-9,419,380	-8,979,568	-10,193,948	-10,015,692	-9,775,202	-9,459,912	-7,916,855	-8,832,948	-10,772,468
Remoção por Vegetação Secundária	-28,378	-15,323,485	-28,163,987	-40,837,504	-51,748,787	-62,022,810	-71,389,110	-78,825,050	-86,855,383	-94,595,671
GRAND TOTAL	-96,211,571	-84,682,326	-125,586,880	-156,994,591	-176,737,705	-186,879,571	-199,467,941	-216,667,906	-244,444,794	-286,944,291

Estimativa de Emissões Líquidas de GEE de 1990 a 1999 (tCO₂e - GWP AR5)

REMOÇÕES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emissões Líquidas	1,766,035,815	1,898,413,011	2,085,554,993	1,863,558,146	2,130,919,521	2,311,668,673	2,052,403,198	2,116,643,091	1,962,435,930	1,880,405,127

Estimativa de Emissões Internacionais de GEE (Bunker) no transporte marítimo e aéreo de 1997 a 1999 (tCO₂e)

SETORES	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Transporte Aéreo Internacional	-	-	-	-	-	-	-	2,410,721	2,958,869	2,490,615
Transporte Marítimo Internacional	-	-	-	-	-	-	-	3,888,197	5,409,270	8,293,494
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	6,298,918	8,368,140	10,784,109



Acesse a plataforma de dados em: <http://seeg.eco.br>

O SEEG é apoiado e financiado por:
OAK Foundation
Rainforest Foundation Norway (RFN)
Instituto Clima e Sociedade (ICS)
Climate and Land Use Alliance (Clua)