

ENTENDA O INVENTÁRIO NACIONAL DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

As dúvidas mais frequentes explicadas de modo acessível



ENERGIA



**PROCESSOS
INDUSTRIAIS
E USO DE
PRODUTOS**



AGROPECUÁRIA



**USO DA TERRA,
MUDANÇA DO
USO DA TERRA E
FLORESTAS**



RESÍDUOS



APRESENTAÇÃO

Esta cartilha apresenta informações sobre os pontos mais importantes do Inventário Nacional de emissões de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil.

O objetivo é permitir que, de modo acessível, todos os participantes do Grupo Técnico de Trabalho sobre Inventário Nacional, estabelecido por meio da Resolução 02/2024 do Subcomitê Executivo. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), possam dominar os principais conceitos associados e compreender o processo de elaboração deste exercício.

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) é responsável por coordenar a elaboração dos relatórios do Brasil que são submetidos à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), como as Comunicações Nacionais (CN), os Relatórios de Atualização Bienal (BUR) e os Relatórios de Transparência Bienais (BTR), que incluem o Inventário Nacional.

A pasta ministerial desempenha papel relevante na articulação dos diferentes grupos de trabalho, envolvendo instituições públicas, setoriais e acadêmicas. Para dar dimensão do esforço colaborativo, a elaboração do Inventário Nacional na edição de 2020 envolveu mais de 150 instituições e 300 especialistas.

Esta cartilha contempla informações sobre como o Inventário Nacional é elaborado, qual metodologia é utilizada, quais foram os progressos ao longo do tempo, quais instituições estão envolvidas na sua elaboração e a importância dessa ferramenta para a definição de políticas públicas relacionadas à mudança do clima.

O material foi desenvolvido pela equipe técnica do projeto de cooperação técnica internacional Ciência&Clima, executado pelo MCTI com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) do Fundo Global do Meio Ambiente (GEF).

Boa leitura!





O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

O QUE É O INVENTÁRIO NACIONAL DE GASES DE EFEITO ESTUFA?

É a fonte oficial de informações do país sobre as emissões e as remoções de gases de efeito estufa (GEE) causadas por atividades humanas. O Inventário garante transparência e monitora o progresso dos compromissos das políticas climáticas do país, subsidiando a tomada de decisão.



Por que o Inventário Nacional é importante para o Brasil?

O exercício permite identificar as atividades nacionais mais emissoras de GEE e, a partir do diagnóstico, apoiar a tomada de decisão sobre formulação, adequação e avaliação de políticas e estratégias nacionais, regionais e setoriais com melhor custo-efetividade para a redução de emissões do país em setores-chaves.

Possibilita mobilizar a comunidade científica para promover avanços e aprimorar o entendimento sobre as emissões e remoções locais, além de fortalecer capacidades nacionais. Sua elaboração garante que o país cumpra os compromissos nacionais, estabelecidos na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e internacionais assumidos pelo país junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês) e ao **Acordo de Paris**, reafirmando o compromisso do Brasil com a transparência climática, o desenvolvimento sustentável e a redução das emissões de GEE.

Pilar essencial para construir confiança internacional e fortalecer a reputação do país, facilitando o acesso a investimentos. Na prática, isso significa disponibilizar dados e informações acessíveis, confiáveis e de qualidade.

O Inventário Nacional é base ou referência para diferentes iniciativas. Conheça algumas:

INVENTÁRIO NACIONAL

- Progresso e o alcance das metas da NDC;
- Plano Clima – Mitigação, incluindo as metas dos planos setoriais;
- Estratégia Brasil 2050 (tem como objetivo garantir o desenvolvimento nacional sustentável e inclusivo);
- Regionalizar resultados de emissões e remoções por Unidade Federativa;
- Simulador Nacional de Políticas Setoriais e Emissões (SINAPSE);
- Plano Nacional de Energia (PNE).



Os inventários nacionais se tornam mais relevantes à medida que serão utilizados para monitorar o progresso das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) por meio dos Relatórios Bienais de Transparência. **Leia mais [neste link](#)**



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Entenda: algumas atividades **não são monitoradas ou mensuradas** pelo Inventário Nacional.



Emissões em tempo real: O inventário trabalha com dados consolidados e estimativas históricas, não fornecendo informações em tempo real.



Impactos ambientais não relacionados ao clima: Não aborda outros impactos ambientais, como degradação do solo, perda de biodiversidade ou contaminação hídrica.



Queimadas: As emissões específicas de queimadas não são detalhadas separadamente, embora as emissões decorrentes das mudanças no uso da terra, incluindo desmatamento, sejam contabilizadas.



Interações entre emissões e clima local: O inventário não mede como as emissões afetam o clima em escalas locais ou regionais, como ilhas de calor em áreas urbanas.



Metodologia diferenciada: O inventário utiliza diretrizes do IPCC, que são diferentes das adotadas pelo GHG Protocol, amplamente usado por organizações e empresas.



Custos econômicos das emissões: Não avalia os custos econômicos das emissões ou dos impactos climáticos resultantes.



Poluição urbana e industrial: Não contabiliza diretamente a poluição atmosférica associada a emissões locais de poluentes urbanos ou industriais.



Projeções futuras detalhadas: Embora sirva como base para estudos futuros, o inventário não inclui projeções ou cenários de emissões.



Políticas de baixo carbono: O inventário não especifica os resultados de emissão de políticas públicas ou iniciativas de redução de emissões.



Questões sociais associadas às emissões: Não avalia o impacto social das emissões, como desigualdades relacionadas à exposição a poluentes ou à vulnerabilidade climática.



Estimativas específicas de projetos ou empresas: O inventário é desenvolvido em nível nacional e setorial, não abrangendo emissões específicas de empresas ou projetos individuais.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

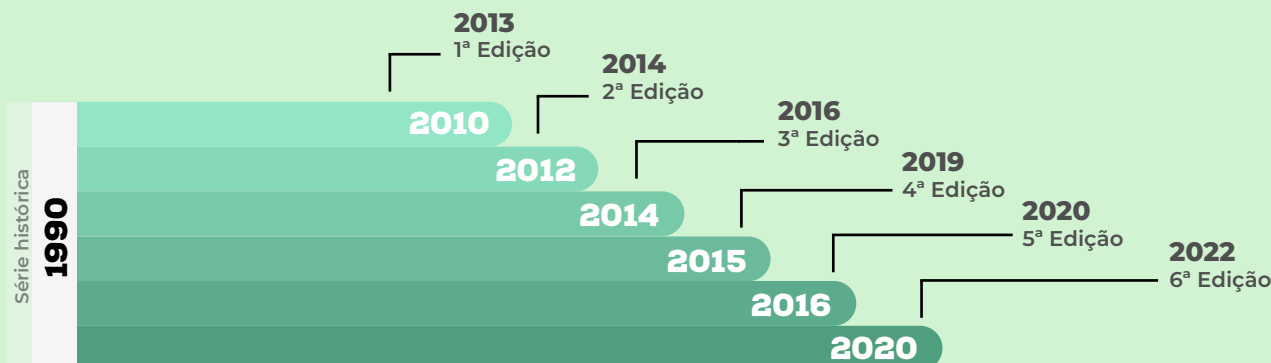
Ao aderir a Convenção do Clima, o Brasil se comprometeu a elaborar e submeter periodicamente os relatórios que incluem o Inventário Nacional. Conheça:



Plataforma de transparência de dados sobre emissões de GEE do Brasil. (Decreto 9.172/2017) **Acesse neste link**

Nacional

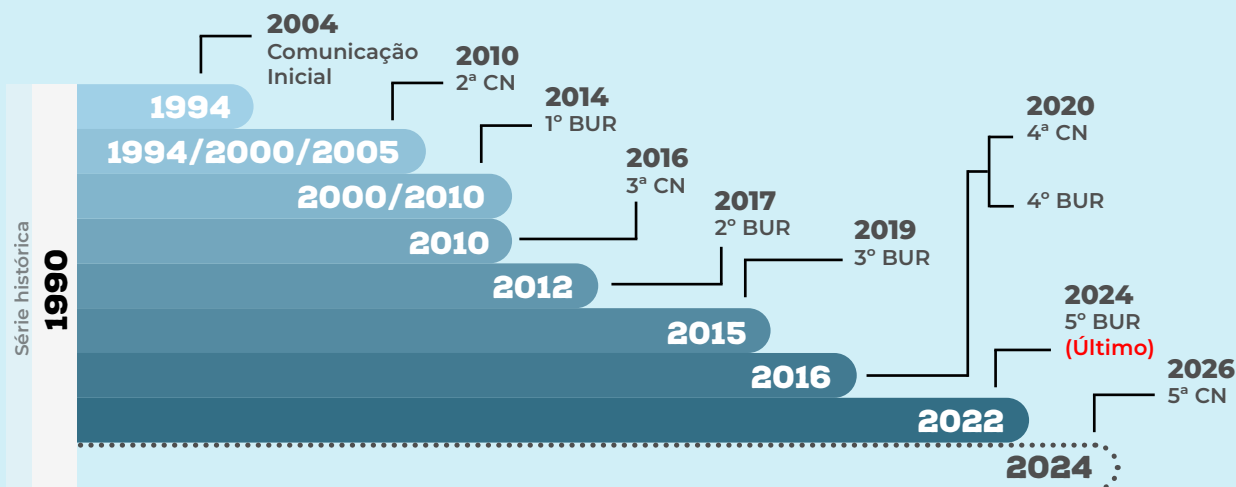
Estimativas Anuais



Monitora o Compromisso Nacional Voluntário estabelecido pela Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) Lei Nº 12.187/2009.

Internacional

Comunicações Nacionais (CN) e Relatórios Bienais de Atualização (BUR)



Relatórios no âmbito da Convenção do Clima e seu sistema de MRV, cuja finalidade é monitorar o objetivo de estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático.

Relatórios Bienais de Transparência (BTR)



Monitora as metas do Acordo de Paris para “manter o aumento da temperatura média mundial “bem abaixo” dos 2 °C em relação aos níveis pré-industriais e em envidar esforços para limitar o aumento a 1,5 °C”.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

COMO É ELABORADO O INVENTÁRIO NACIONAL DE GEE?

O Inventário Nacional de GEE do Brasil é elaborado em conformidade com as Diretrizes de 2006 e os princípios de **Transparência, Acurácia, Completude, Consistência e Comparabilidade (TACCC)** do **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)**. A mesma metodologia seguida por todos os países para haver comparabilidade.



Transparência significa que os dados, métodos e resultados de emissões devem ser explicados e documentados claramente, permitindo que qualquer pessoa possa verificá-los no Relatório Nacional do Inventário.



Acurácia é relativo à precisão das informações, que é avaliada por meio da análise de incerteza. Esse princípio tem o objetivo de garantir que as emissões do Inventário Nacional não estejam superestimadas ou subestimadas, tanto quanto possa ser avaliado.



Consistência significa que todos os métodos, dados, parâmetros e fatores devem ser consistentes para toda a série histórica. Por isso, quando uma nova metodologia é adotada, toda a série histórica do inventário precisa ser recalculada.



Comparabilidade indica que os métodos e resultados devem ser comparáveis com os de outros países. Daí a importância de todos utilizarem corretamente as guias do IPCC.



Completude quer dizer que o inventário deve abranger todas as emissões e remoções causadas por atividades humanas, em todos os setores, subsetores, categorias e gases do País.



Assista ao vídeo sobre as Diretrizes 2006 do IPCC [neste link](#)

A partir de 2024, a elaboração do Inventário Nacional passou a observar as decisões e orientações das Modalidades, Procedimentos e Diretrizes (MPGs) para a estrutura de transparência sob o Acordo de Paris. A metodologia recomenda ainda a adoção de boas práticas, como os processos de controle e de garantia de qualidade (QA/QC, sigla em inglês), que orientam a preparação e divulgação de inventários, envolvendo verificações nos dados de atividade, parâmetros, fatores de emissão e cálculos.



Controle de Qualidade (QC) é um sistema de atividades técnicas de rotina para avaliar e manter a qualidade do inventário enquanto ele está sendo compilado.

Garantia de Qualidade (QA) é um sistema planejado de procedimentos de revisão, conduzido por atores não diretamente envolvidos no desenvolvimento e compilação do inventário.

A metodologia pode mudar?

Conforme a ciência avança e se consolida, traduzindo-se em novas metodologias ou processos, há a possibilidade de a metodologia ser aprimorada. Contudo, para que se torne regra os países signatários da Convenção do Clima precisam aprovar as modificações. Além disso, quando algum novo aspecto metodológico é adotado, há necessidade de recalculer a série histórica para atender ao princípio de Consistência.



O IPCC é o órgão científico da ONU sobre mudança do clima e tem uma Força Tarefa dedicada a inventários nacionais que avalia, seleciona e recomenda o melhor conhecimento científico e boas práticas para utilização de todos os países na elaboração de inventários. **Saiba mais [neste link](#)**



O QUE É?

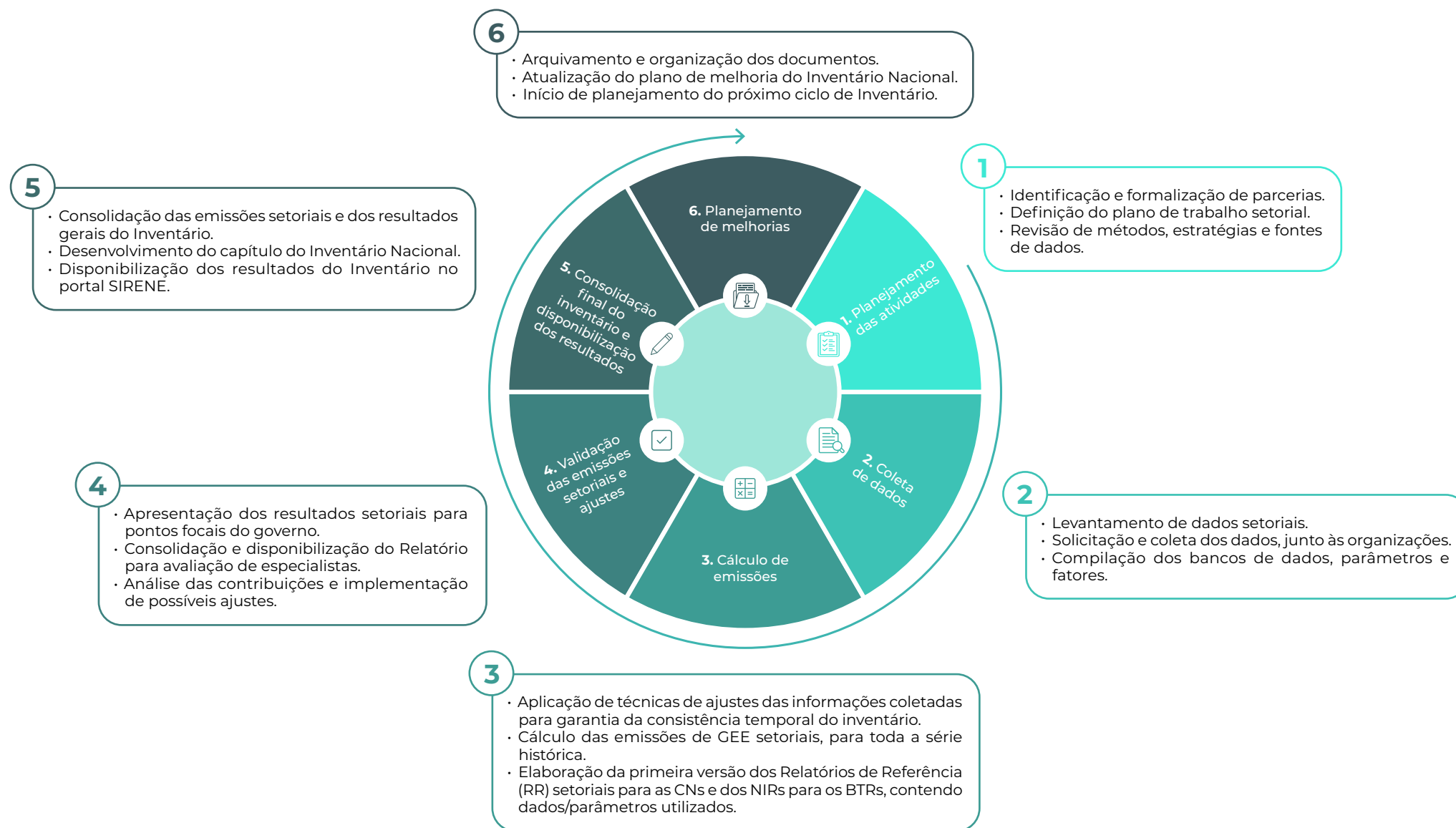
QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

O processo de elaboração do Inventário Nacional é cíclico. A cada novo ciclo há a oportunidade de aprimoramento contínuo. Veja como funciona:





O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

Como são feitos os cálculos de emissão?

Os resultados de emissões são calculados considerando os “dados de atividade” (DA) e os “fatores de emissão” (FE). Veja na fórmula:

$$\text{EMISSION} = \text{DA} \times \text{FE}$$

Exemplo:



Dados de Atividade: A disponibilidade de dados é essencial para que os cálculos de emissões sejam mais precisos e representem a realidade nacional. Esses dados são providos por instituições públicas e setoriais. Veja os exemplos:

Dados sobre o censo populacional e agropecuário	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Dados sobre desmatamento	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Informações sobre produção e consumo energético nacional	Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Dados sobre frota de veículos	Secretaria Nacional de Trânsito (Senatran)
Dados sobre produção agrícola	Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)

Fatores de emissão: É um indicador que mostra a quantidade de gases emitidos por uma atividade humana ou produtiva. Os fatores de emissão devem ter base científica, considerando tecnologias e território, por exemplo. Eles são revisados e atualizados com novos estudos e avanços tecnológicos.

Algumas categorias não são estimadas por inexistência de atividade produtiva no país, bases de dados, ou até mesmo metodologias para estimar emissões e impossibilidade de acesso às informações. Sigilo industrial e inexistência de bases públicas sistematizadas ou detalhadas de dados são causas recorrentes que impossibilitam estimar as emissões de determinadas categorias.

Periodicidade: O Inventário Nacional de GEE abrange a série histórica desde 1990, ano definido internacionalmente como referência para os inventários nacionais de emissões. Atualmente, no Brasil, o Inventário abrange de 1990 a 2022, elaborado segundo as modalidades, procedimentos e diretrizes (MPGs) da Estrutura de Transparência Aprimorada (ETF) do Acordo de Paris. A partir de 2024, o Brasil submeterá um novo Inventário de GEE a cada dois anos, junto ao BTR, revisando toda a série histórica e incorporando sempre dois anos adicionais às estimativas.

- Para países em desenvolvimento, as regras de flexibilidade permitem que haja um intervalo de 3 anos entre o ano de submissão e o último ano inventariado. Para manter dados mais atualizados, o Brasil adotou o intervalo de 2 anos. Essa é a mesma prática adotada nos países desenvolvidos.
- No âmbito dos compromissos internacionais, não é exigido que os resultados sejam divulgados no ano seguinte ao de referência. Do ponto de vista nacional, a completude dos dados requeridos para um cálculo robusto das emissões não é produzida tão rapidamente. Sem dados oficiais consolidados, a incerteza associada aos resultados aumentaria significativamente, o que geraria informações com maior imprecisão para o processo de tomada de decisão.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

Conheça os GEE estimados no Inventário Nacional e quais as fontes mais comuns de cada um deles:

GÁS	GWP 100 ANOS (AR5 - 2014) CO ₂ eq	FONTES MAIS COMUNS
 Dióxido de carbono	1	 Queima de combustíveis fósseis no transporte rodoviário e na indústria de transformação e construção; conversões de uso e cobertura da terra; produção de ferro e aço.
 Metano	28	 Fermentação entérica; disposição de resíduos sólidos; manejo de dejetos animais.
 Óxido Nitroso	265	 Aplicação de fertilizantes e adubos em solos agrícolas, tratamento de efluentes; manejo de dejetos animais e queima de biomassa.
 Hidrofluorcarbonos	De 138 até 12.400 (a depender do gás)	 Uso de ar-condicionado e atividades de refrigeração.
 Perfluorcarbonos	De 6.630 até 11.100 (a depender do gás)	 Uso de ar-condicionado e atividades de refrigeração.
 Hexafluoreto de enxofre	23.500	 Uso de ar-condicionado e atividades de refrigeração, e vazamentos em equipamentos elétricos de alta tensão.

Por que as emissões de GEE aparecem como CO₂ eq?

Todas as análises e os resultados do Inventário Nacional são apresentados em dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq.) para garantir a comparabilidade entre diferentes gases e facilitar a análise dos resultados. Essa padronização segue a Decisão 18/CMA.1, permitindo que os dados sejam equalizados de acordo com as circunstâncias nacionais.

A conversão para CO₂ eq. é feita utilizando o Potencial de Aquecimento Global (GWP) com um horizonte temporal de 100 anos, conforme definido nas MPGs. O GWP é uma medida da capacidade de um gás de efeito estufa de reter calor na atmosfera, em relação a uma mesma quantidade de CO₂, em um determinado horizonte de tempo, fornecendo uma base comum para avaliar os diferentes impactos dos GEE.

O GWP foi introduzido pelo IPCC nas suas primeiras diretrizes e é continuamente revisado e atualizado nos relatórios mais recentes.

Seguindo as orientações das MPGs, o Inventário Nacional mais recente publicado pelo Brasil apresenta os resultados conforme o GWP do Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC. Essa mesma métrica é utilizada para as metas da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) brasileira.

Os GEE precursores são incluídos sempre que possível, mas não são contabilizados no resultado final do Inventário:

- Monóxido de carbono (CO) (queima de biomassa);
- Óxidos de nitrogênio (NOx) (queima imperfeita de combustíveis);
- Outros compostos orgânicos voláteis não metano (NMVOC) (gases de longa duração que são emitidos na produção de solventes e alcatrão).



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

O que são os *Tiers* 1, 2 e 3?

Os *Tiers* são níveis metodológicos aplicados para estimar emissões de cada categoria inventariada, que devem ser utilizados conforme a disponibilidade de dados.

O **Tier 1** é considerado básico, menos preciso, e está disponível para todos os países.

O **Tier 2** exige parâmetros nacionais específicos, como é o caso dos fatores de emissão das subcategorias de rebanho animal e das conversões de uso da terra identificadas no país.

O **Tier 3** depende de dados baseados em medições diretas, como a determinação de um fator de emissão para combustível específico do país ou de emissões específicas de uma fábrica.

A utilização de fatores de emissão e de metodologias mais avançadas, em *Tier* 2 e 3, melhor refletem a realidade nacional para as principais categorias emissoras do país.

Seguindo o padrão atualmente vigente para países desenvolvidos, o **Brasil utiliza níveis metodológicos *Tiers* 2 e 3 para estimar 95% das emissões totais.**

Qual a diferença entre emissões de GEE líquidas e brutas?

- **Emissões brutas:** correspondem ao total de GEE emitidos, sem considerar as remoções realizadas por sumidouros, como florestas e solos.
- **Emissões líquidas:** são as emissões totais menos as remoções de GEE. Esse resultado reflete o impacto líquido das emissões na atmosfera e é o que consta nos relatórios oficiais e no Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE).

No Brasil, o Inventário Nacional contabiliza as remoções de CO₂ pelo setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF), que contribui para compensar as emissões ao absorver e armazenar carbono da atmosfera.

Há incertezas associadas nas estimativas de GEE do Inventário Nacional?

Sim, como qualquer exercício estatístico, as estimativas dos inventários nacionais possuem incertezas, que devem ser **reduzidas o tanto quanto possível** por meio da aplicação dos princípios TACCC. Essas incertezas decorrem de diferentes fatores, como:

- Informações utilizadas para calcular emissões, como consumo de energia, produção agrícola ou desmatamento, podem conter variações e imprecisões;
- Valores que indicam a quantidade de GEE emitida por unidade de atividade têm suas próprias margens de incerteza;
- Elementos adicionais usados nas estimativas também contribuem para a incerteza geral.

A avaliação da incerteza de cada dado ou parâmetro muitas vezes é tão complexa quanto o próprio cálculo das emissões. Por isso, a análise de incertezas é uma prática recomendada, pois auxilia a:

- Priorizar esforços nacionais para reduzir essas incertezas em inventários futuros; e
- Orientar decisões metodológicas, garantindo maior confiabilidade nos resultados.



Consulte o Relatório do Inventário Nacional (NIR, páginas 54 e 452) para entender o cálculo dos setores. O NIR também apresenta estimativas de incerteza conforme as MPGs. [Acesse neste link](#)



Consulte os resultados do Inventário Nacional no [SIRENE](#)



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?

CONHEÇA OS APRIMORAMENTOS MAIS RECENTES DO INVENTÁRIO NACIONAL

O aprimoramento do Inventário Nacional é um exercício contínuo, e, ao longo do tempo, muitos esforços já foram efetuados para aperfeiçoá-lo, entre os quais estão a utilização de fatores de emissão regionalizados e de metodologias mais avançadas, chamadas tecnicamente de *Tier 2* e *3*, que melhor refletem a realidade nacional para as principais categorias emissoras do país.



Colaboração científica

A partir da 3CN, a Rede Clima, que reúne grupos de pesquisa e cientistas brasileiros, é responsável pela coordenação técnico-científica da elaboração do Inventário Nacional. A colaboração com a comunidade científica, por meio de atividades de pesquisa e desenvolvimento, tem objetivo de atender necessidades de conhecimento e fornecer informações.



Diretrizes de 2006 do IPCC

Na 4CN, houve a incorporação integral das Diretrizes de 2006 do IPCC, com adequação de categorias e setores à nova metodologia. As diretrizes passaram a ser obrigatórias a partir de 2024, por ocasião da elaboração dos Relatórios Bienais de Transparência por todos os países signatários do Acordo de Paris.



Novos mapas para Uso da Terra

Na 4CN, para o setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF) houve:

- A elaboração de um novo mapa de carbono para o bioma Amazônia - que responde por 49,5% do território brasileiro -, substituindo a referência anterior que era o Inventário Florestal da década de 1970;
- A produção de novos mapas para uso e cobertura da terra para o bioma Mata Atlântica - que responde por 13% do território nacional e está com 68% da área antropizada - para ter mais precisão às estimativas da série histórica;

- O mapeamento de mais de 20 milhões de polígonos em todos os biomas para calcular emissões e remoções do setor LULUCF;
- A validação dos dados de mapas de transição do uso da terra por comitês científicos externos como parte dos processos de controle e garantia de qualidade de elaboração do Inventário Nacional;
- O desenvolvimento de parâmetros e de fatores de emissão nacionais, atualizados e pertinentes ao exercício da metodologia.



Adoção das MPGs

No BTR1, houve a plena incorporação das Modalidades, Procedimentos e Diretrizes para Transparência (MPGs, sigla em inglês) referida no Artigo 13 do Acordo de Paris. As MPGs são um conjunto de regras e orientações que definem como os países devem monitorar, reportar e verificar suas ações climáticas. Com isso, uma série de aprimoramentos foram abrangidas no Inventário Nacional:

- Identificação de categorias-chave que, juntas, contribuem para 95% das emissões totais em termos absolutos do Inventário Nacional.
- Estimativa do nível de incerteza total e tendencial das estimativas de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O do Inventário, que foi de 20% e 10% em 2022, respectivamente.
- Avaliação de tendência e de consistência das emissões e remoções por setor, subsetor e categorias na série histórica do inventário (1990-2022).
- Análise de completude das categorias e gases contabilizados no Inventário.
- Reporte dos dados de atividade, emissões e remoções por gases, setores, subsetores e categorias nas Tabelas Comuns de Reporte (CRTs, sigla em inglês).



Próximas melhorias

O Brasil identifica, acompanha, planeja e prioriza melhorias tanto nas estimativas de emissões (incluindo os dados de atividade subjacentes, fatores de emissão e metodologias) quanto nos componentes dos arranjos do Inventário Nacional.

A implementação das melhorias planejadas segue critérios claros de priorização e depende da disponibilidade de recursos e informações. Um dos passos mais importantes para avançar é garantir a produção e o acesso a dados primários confiáveis. Informe-se com os representantes setoriais sobre como contribuir para aprimorar esse processo e fortalecer o avanço do Inventário Nacional.



O QUE É?

QUAL O
HISTÓRICO?

COMO É
ELABORADO?

COMO TEM SIDO
APRIMORADO?

QUAIS SÃO
OS SETORES?

O Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (GEE) do Brasil é organizado em cinco setores.

Essa divisão segue as diretrizes do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e tem o objetivo de separar as fontes de emissões de acordo com suas atividades econômicas e processos naturais.



ENERGIA



**PROCESSOS
INDUSTRIAIS
E USO DE
PRODUTOS**



AGROPECUÁRIA



**USO DA TERRA,
MUDANÇA DO
USO DA TERRA E
FLORESTAS**



RESÍDUOS



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



SETOR ENERGIA

O que o setor contabiliza?

As emissões estão relacionadas à **queima de combustíveis fósseis** (ex.: carvão, petróleo, gás natural etc), utilizados, principalmente, para:

- Geração de eletricidade;
- Transporte de pessoas e mercadorias;
- Fornecimento de energia para a indústria, residências e comércios, entre outros.

Além disso, o setor contabiliza as **emissões fugitivas**, que são perdas não intencionais de gases durante:

- Produção e transporte de carvão mineral;
- Extração e processamento de petróleo e gás natural.

As emissões relacionadas às **reações químicas industriais**, como as que ocorrem na produção de cimento, aço ou vidro, **são contabilizadas no Setor Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU)**.

Combustíveis bunkers, como querosene de aviação, diesel e óleo combustível, são contabilizados, porém os resultados **são relatados separadamente**. Esses combustíveis são utilizados para **transporte internacional**. Portanto, não são incluídos no somatório das emissões brasileiras.



Indústrias de Geração de Energia



Indústrias de Transformação



Residencial, Agricultura, Comercial, Público



Transporte

Rodoviário
Ferroviário
Aéreo
Hidroviário
Outros



Combustíveis Sólidos (Mineração do carvão)



Indústrias de Petróleo e Gás Natural



Fotos: senivpetro/FreePik



Fotos: Tânia Rêgo/Agência Brasil



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Quais são as principais categorias e os gases associados?

PRINCIPAIS CATEGORIAS	GASES MAIS RELEVANTES	FATOS RELEVANTES SOBRE OS RESULTADOS EM 2022
Transporte	 Metano  Óxido nitroso  Dióxido de carbono	Transporte representa mais da metade das emissões de CO₂ eq de Energia, sendo responsável por 52% das emissões do setor em 2022; Quase a totalidade das emissões ferroviárias decorrem do transporte de carga. As ferrovias de passageiros são majoritariamente eletrificadas; A aviação doméstica representa 4% das emissões da categoria transporte no país. A cabotagem foi responsável por 68% das emissões do transporte hidroviário brasileiro em 2022.
Indústrias de transformação e construção	 Metano  Óxido nitroso  Dióxido de carbono	Corresponderam a 17% das emissões de CO₂ eq do setor; ‘Processamento de alimentos, bebidas e tabaco’ é a categoria de indústrias que mais emite CH₄ e N₂O, contudo é apenas a 7ª maior emissora de CO₂; A categoria mais emissora de CO₂ é ‘Minerais não metálicos’, seguida de ‘Produtos químicos’ e ‘Ferro e aço’.
Indústrias de energia	 Metano  Óxido nitroso  Dióxido de carbono	Corresponderam a 14% das emissões de CO₂ eq do setor. Deste montante, a produção de eletricidade e calor respondeu por 42%; Mais de 90% das emissões de CH₄ e N₂O da categoria ‘Indústrias de energia’ decorreram da produção de combustíveis sólidos.

Quais os principais dados de atividade e instituições provedoras?

Dados de atividade	Fontes	Instituições provedoras
 Consumo de combustíveis	Balanco Energético Nacional;	Associação Brasileira do Carbono Sustentável (ABCS);
 Licenciamento de veículos;	Balanco de Energia Útil;	Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO);
 Rendimento energético por tecnologia;	Anuário da Indústria Automobilística Brasileira;	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA);
 Intensidade de uso por tecnologia;	Relatórios de Emissões Veiculares (CETESB);	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB);
 Misturas de biocombustíveis;	Balanco Social e Ambiental da Petrobras;	Empresa de Pesquisa Energética (EPE);
 Consumo de energia e emissões fugitivas por fase da cadeia de petróleo e derivados (exploração & produção, refino e transporte);	Dados estatísticos da produção de carvão mineral;	Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE);
 Produção de carvão mineral – ROM (<i>Run-of-Mine</i>).	Entidades governamentais e institutos de pesquisa.	Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS);
O CO₂ é o principal gás emitido neste setor, com 93,5% das emissões em 2022.		Petrobras;
		Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN);
		Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC).



Entenda os níveis metodológicos aplicados ao setor Energia

A classificação em *Tiers* varia conforme o gás inventariado (CO₂ ou não CO₂). **Todas as categorias-chave do setor são estimadas, no mínimo, com Tier 2.** Veja o detalhamento a seguir:

CATEGORIA	FATOR DE EMISSÃO (FE)
Indústrias de Energia; Indústrias de Transformação e de Construção; Outros setores	FEs variam por tipo de combustível consumido. O Brasil adota <i>Tier 2</i> , ou seja, FEs do IPCC com ajustes nacionais, além dos fatores do Programa Europeu de Monitoramento e Avaliação e da Agência Europeia do Ambiente (EMEP/EEA).
Transporte rodoviário	São utilizados <i>Tier 2</i> e <i>3</i> . FEs variam por ano-modelo, cuja intensidade depende do rendimento energético e da distância média anual de cada categoria de veículo. Utilizam-se FEs da CETESB e do MMA.
Transporte (aéreo, hidroviário e ferroviário)	FEs variam a depender do tipo de combustível consumido, podendo ser utilizado T1, T2 e T3a.
Emissões fugitivas (combustíveis sólidos)	FEs variam por tipo de mina e fase de operação. Utilizam-se FEs do IPCC (<i>Tier 1</i>).
Emissões fugitivas (petróleo e gás natural)	FEs variam por processos e equipamentos. Utilizam-se FEs fornecidos pela Petrobras, com base nas diretrizes do IPCC (<i>Tier 2</i> e <i>3</i>).

O transporte rodoviário é uma das categorias mais representativas para as emissões do setor Energia.

No caso de gases não CO₂, o Brasil segue o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), com especificações distintas de programas de outros países.

As emissões de consumo de biomassa como fonte de energia são consideradas no Inventário?

A biomassa pode ser usada como fonte de energia renovável, podendo ser utilizada diretamente, como lenha e bagaço de cana, ou processada para produzir combustíveis líquidos, como o etanol e o biodiesel, que são amplamente utilizados no setor de transportes e na geração de energia.

No Inventário Nacional as emissões geradas pelo uso da biomassa são contabilizadas de maneira diferente, dependendo do tipo de gás emitido:

- As emissões de CO₂ da queima de biomassa não entram no total do setor de Energia e são relatadas separadamente. Isso acontece porque, segundo o IPCC (2006), o CO₂ liberado é considerado parte do ciclo natural do carbono: as plantas absorvem CO₂ enquanto crescem e devolvem esse carbono quando são queimadas.
- O CH₄ e N₂O, são contabilizados no total do setor de Energia, pois são subprodutos da queima incompleta da biomassa e de combustíveis líquidos.

As emissões de transporte consideram parâmetros adaptados para a realidade nacional?

O Brasil é pioneiro global no uso de biocombustíveis, tanto em sua forma pura, como o etanol hidratado, quanto misturado a combustíveis fósseis, como o biodiesel e o etanol anidro. Veja alguns dados:

- Aproximadamente **70% da frota de veículos a combustão interna no Brasil é do tipo 'flex'** (para consumo de etanol hidratado e gasolina C – chamada de gasolina comum que recebe adição de álcool anidro). A variação na composição dos combustíveis e as características tecnológicas da frota nacional influenciam diretamente a eficiência energética e os níveis de emissões de GEEs, diferenciando o Brasil de outros países.
- Os fatores de emissão de CO₂ do diesel e da gasolina no Brasil tendem a ser menores do que em outros países, pois há teores de biocombustíveis acima da média global.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Você sabia?

As emissões de GEE do transporte rodoviário estão reduzindo intensidade desde os anos 2000.

Contribuem para isso a introdução de veículos equipados com motores 'flex' na frota circulante em 2003, e a regulamentação da adoção da mistura de biodiesel ao diesel mineral, a partir de 2008 (2% em volume, atingindo 10% em 2022).

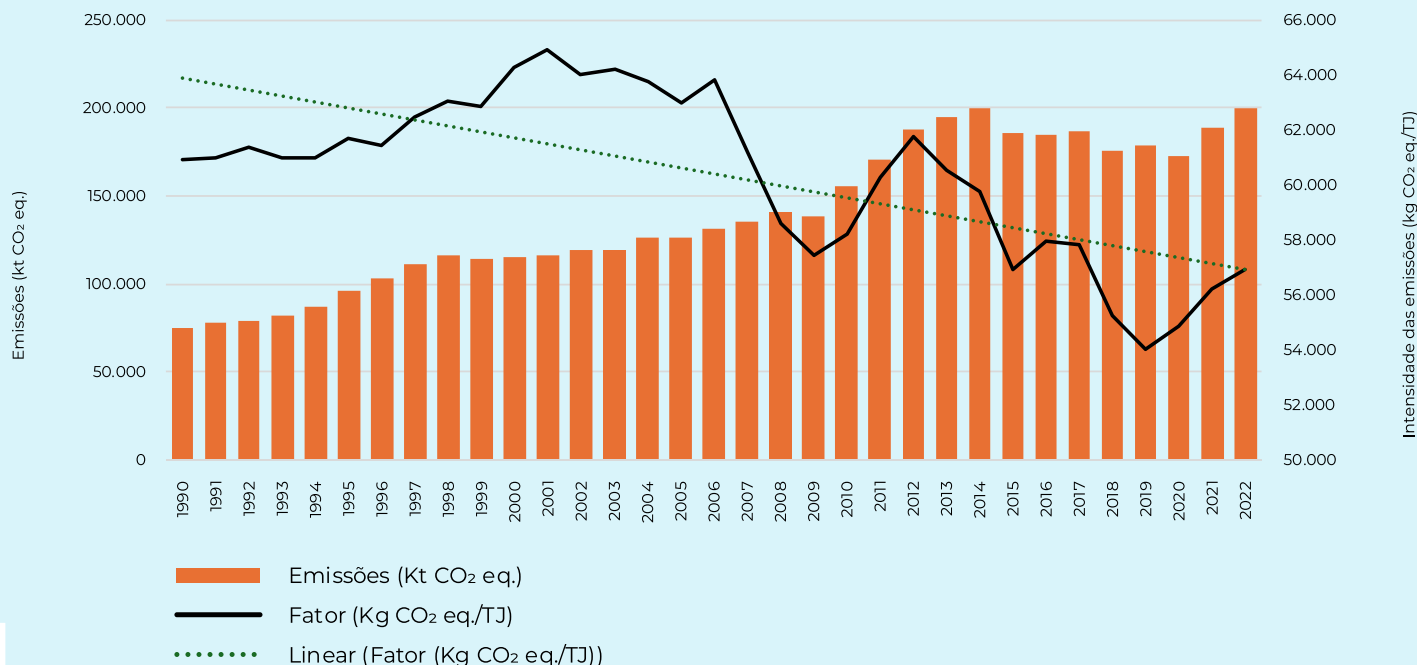
As ações complementaram medidas vigentes desde 1990, que incorporou etanol anidro à gasolina mineral, formando a gasolina C.

Entre 1990 e 2022, a intensidade das emissões, em termos de kg CO₂ eq./TJ, reduziu-se em 7%. Considerando o pico desse indicador, registrado em 2001 (64.945 kg CO₂ eq./TJ), os valores de 2022 representam uma redução de 12%.

Na outra vertente, considerando poluentes e gases não CO₂, cujas emissões variam fortemente em função do avanço tecnológico dos veículos em circulação, **apesar do crescimento de 286% na frota de automóveis entre 1990 e 2022, as emissões de metano (CH₄) do transporte rodoviário diminuíram 42% no período.** O cenário é resultado da evolução dos sistemas de pós-tratamento dos gases da combustão, com destaque para o impacto do **PROCONVE**.

Criado pela Resolução CONAMA nº 18/1986, o programa teve sua primeira fase (L1) iniciada em 1988, introduzindo limites para as emissões de monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, fuligem e aldeídos em veículos dos ciclos Otto e Diesel. Atualmente, o PROCONVE está na fase L7, implementada em 2022.

Emissões de CO₂ eq da categoria transporte rodoviário em função do consumo de energia (fóssil e biomassa), para o período de 1990 a 2022, no Brasil



Consulte o Relatório do Inventário Nacional [neste link](#)
Balanço Energético Nacional interativo [neste link](#)
Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (Setor Energia) [neste link](#)



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



SETOR PROCESSOS INDUSTRIAIS E USO DE PRODUTOS

O que o setor contabiliza?

Emissões que resultam dos processos produtivos nas indústrias, inclusive o consumo não energético de combustíveis como matéria-prima.



Foto: fanjianhua/Freeipk



Foto: Freeipk

Emissões provenientes de
Processos Químicos

Cimento
Cal
Calcário
Dolomita
Cerâmica
Vidro



Amônia
Ácido Nítrico
e Adípico
Eteno
Petroquímica
e Negro de
Fumo
Etc.



Ferro e Aço
Ferroligas
Alumínio
Outros não
Ferrosos



Lubrificantes
Etc.



Indústria de
Papel e Celulose
Indústria de
Alimentos e
Bebidas
Outros



Emissões **fugitivas** de gases de efeito estufa (GEE) utilizados em produtos

Circuitos integrados ou semicondutores
Displays
Painéis fotovoltaicos
Outros



Refrigeração e Ar-condicionado
Espumas
Aerossóis



Equipamentos elétricos
Aplicações médicas
Propelentes de remédios



O Inventário considera a queima de combustíveis para fins energéticos no Inventário do Setor Energia.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Quais são as principais categorias e os gases associados?

PRINCIPAIS CATEGORIAS	GASES MAIS RELEVANTES	FATOS RELEVANTES SOBRE OS RESULTADOS EM 2022
Indústria Metalúrgica	 Dióxido de carbono  Metano	A indústria metalúrgica representa mais da metade das emissões de CO₂ eq de IPPU, sendo responsável por 51% das emissões do setor em 2022. Aproximadamente 92% das emissões derivaram de produção de ferro e aço.
Indústria Mineral	 Dióxido de carbono	Segunda maior fonte emissora do setor, respondeu por 32% das emissões de CO₂ eq. Cerca de 75% destas emissões decorreram da produção de cimento.
Usos de Produtos como Substitutos para Substâncias Destruidoras da Camada de Ozônio (SDO)	 Hidrofluorcarboneto	Corresponderam a 9% das emissões CO₂ eq do setor. Emissões fugitivas de GEE da refrigeração e ar-condicionado representam 98% das emissões da categoria.
Indústria Química	 Metano  Dióxido de carbono	A manufatura de produtos químicos correspondeu a 7% das emissões de CO₂ eq de IPPU em 2022. A produção petroquímica e negro de fumo respondeu por 95% das emissões da categoria.

O CO₂ é o principal gás emitido neste setor, com 89% das emissões em 2022.

Quais são as principais fontes de dados e suas instituições provedoras?

Dados de atividade	Fontes	Instituições provedoras
 Produção de minerais e derivados (cimento; cal; vidro e outros usos de carbonatos);	Relatório estatísticos e anuários da indústria mineral;	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento;
 Produção de petroquímicos e negro de fumo, amônia, ácido nítrico, eteno e outros produtos químicos;	Anuário do Setor Transformação de Não Metálicos;	Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (Abividro);
 Produção de ferro e aço, ferroligas, alumínio, magnésio e outros não ferrosos;	Pesquisa Industrial Mensal;	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
 Consumo de lubrificantes e alcatrão;	Anuário Estatístico da Indústria Química;	Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim);
 Consumo, importação e exportação de HFC-23;	Relatórios de verificação dos Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo;	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC);
 Consumo, importação e exportação de refrigeradores, vitrinas, câmaras frigoríficas, extintores, espumas, entre outros;	Relatório estatísticos e anuários da indústria e de empresas do setor metalúrgico;	Instituto Aço Brasil (IABr);
 Produção por tipo de veículo com ar-condicionado.	Balço Energético Nacional;	Empresa de Pesquisa Energética (EPE);
	Sistema Comex Stat;	Associação Brasileira do Alumínio (ABAL);
	Inventário de Emissões de SF ₆ em Sistemas Elétricos;	MCTI;
	Relatório estatísticos e anuários da indústria alimentícia, de bebidas e de papel e celulose.	MDIC;
		MME;
		Indústria Brasileira de Árvores (Ibá);
		União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA).



O QUE É?

QUAL O
HISTÓRICO?

COMO É
ELABORADO?

COMO TEM SIDO
APRIMORADO?

QUAIS SÃO
OS SETORES?



Entenda os níveis metodológicos aplicados ao setor IPPU:

Foram aplicados níveis metodológicos (*Tiers*) 2 e 3 para estimar emissões de categorias-chaves do setor, assim representando as características das tecnologias, práticas e processos empregados, bem como matérias-primas utilizadas no Brasil. Veja alguns exemplos a seguir:

CATEGORIA	FATOR DE EMISSÃO (FE)
Produção de cimento	Fator de emissão <i>Tier 3</i> modificado a partir das informações disponíveis pela aplicação da metodologia da <i>Cement Sustainability Initiative</i> (CSI).
Produção de cal	Fator de emissão <i>Tier 2</i> , que considera os pesos moleculares e o conteúdo de cal dos produtos, tendo sido adotado o valor de 95% da pureza da cal.
Produção petroquímica e negro de fumo	<i>Tier 2</i> na contabilização das emissões do óxido de eteno e acrilonitrila, em que se usa o balanço de massa do carbono total das matérias-primas utilizadas no processo produtivo. As emissões das demais subcategorias são estimadas aplicando-se FE de nível <i>Tier 1</i> .
Produção de amônia	<i>Tier 3</i> , com a medição de combustíveis utilizados como matérias-primas no processo pelas próprias empresas.
Produção de ferro e aço	Emissões de CO ₂ são estimadas por balanço de carbono das entradas e saídas de processos produtivos por rota (<i>Tier 2</i>).
Usos de Produtos como Substitutos para SDO	<i>Tier 2a</i> , com o cálculo das emissões baseado na montagem, operação e disposição final dos equipamentos.

O Inventário do setor demanda aprimoramento contínuo, tendo em vista o surgimento de novas atividades industriais e tecnologias. Neste sentido, esforços têm sido envidados para estimar emissões associadas a produção de painéis fotovoltaicos, fluidos de transferência de calor, uso de solventes e N₂O dos usos de produtos.

Você sabia?

Grande parte das emissões intrínsecas aos processos produtivos são de difícil redução.

Neste caso, alternativas para reduzir as emissões de GEE se concentram na troca da matéria-prima utilizada, uso e produção de biomateriais, aumento da eficiência de processos e uso de materiais. Pode-se avaliar também a possibilidade de aumentar a reciclagem como uma alternativa para reduzir as emissões. E, por fim, há a possibilidade ainda incipiente do uso de tecnologias de captura de carbono.



Consulte o Relatório do Inventário Nacional [neste link](#)
Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa (Setor IPPU) [neste link](#)



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



SETOR AGROPECUÁRIA

O que o setor contabiliza?

As emissões de gases de efeito estufa (GEEs) associadas à:

- Fermentação entérica (digestão dos animais);
- Manejo de dejetos (decomposição dos resíduos animais);
- Queima e decomposição de resíduos agrícolas;
- Uso de fertilizantes e adubos no solo.



As emissões e remoções resultantes dos processos de conversão do uso e cobertura da terra e manejo do solo são contabilizadas no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF).



Fotos: Wenderson Araujo/CNA Brasil



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Quais são as principais categorias e os gases associados?

PRINCIPAIS CATEGORIAS	GASES MAIS RELEVANTES	FATOS RELEVANTES SOBRE OS RESULTADOS EM 2022
Fermentação entérica	 Metano	Maior fonte de emissão do setor e responsável por 20% do total de emissões de CO₂ eq do Brasil. Dada a relevância da produção animal, a principal emissão se deve ao gado bovino, com destaque para animais de corte.
Outras (Manejo de dejetos animais, Cultivo de arroz, Queima de resíduo agrícola, Calagem e aplicação de ureia)	 Metano  Dióxido de carbono  Óxido nitroso	Correspondem a 4% das emissões de CO₂ eq nacionais. O manejo de dejetos animais gera CH₄ e N₂O, enquanto os sistemas irrigados por inundação são fonte, principalmente, de emissões de CH₄. As emissões da queima de palha de cana-de-açúcar têm diminuído substancialmente com a mecanização da colheita. As atividades de Calagem e Aplicação de ureia contribuem exclusivamente nas emissões de CO₂.
Solos manejados	 Óxido nitroso	Corresponde a 7% das emissões nacionais de CO₂ eq. É a principal categoria emissora (83%) das emissões de N₂O no Brasil. A deposição de dejetos em pastagem e resíduos agrícolas foram responsáveis por grande parte das emissões dessa categoria.

Quais os principais dados de atividades e seus provedores?

Dados de atividade	Fontes	Instituições provedoras
 População animal;  Tipos de manejo de dejetos animal;  Produção de leite;  Produções e áreas agrícolas colhidas por cultura;  Área de pastagem;  Consumo de fertilizante;  Consumo de calcário;  Quantidade aplicada de adubos orgânicos e de ureia;  Produção de etanol e açúcar;	Pesquisa da Pecuária Municipal (atualizada anualmente); Pesquisa Produção Agrícola Municipal (atualizada anualmente); Censos agropecuários; Anuários estatísticos.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Associação Nacional de Difusão de Adubos (ANDA); Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (Abracal); União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (UNICA);
Principais subcategorias que contribuem para este resultado: • Deposição de Dejetos em Pastagem • Emissões indiretas • Resíduos agrícolas • Aplicação de Fertilizantes Sintéticos		



Entenda:

Os fatores de emissão (FE) indicam quanto de GEE é liberado por unidade de atividade. O Brasil prioriza fatores de emissão específicos quando há estudos nacionais disponíveis. No Setor Agropecuária, os fatores podem variar a depender de determinadas características dos sistemas que estão sendo avaliados.

A “tropicalização” dos FEs permite que os cálculos se adequem as características do solo, climáticas e de manejo local, aumentando a precisão do inventário. Para o setor esta é uma prática aconselhável uma vez que técnicas de cultivos agrícolas e de manejo de rebanhos animais variam no território nacional, considerando as condições continentais do país e as características dos diferentes biomas/ecossistemas.

Veja a seguir:

CATEGORIA	FATOR DE EMISSÃO (FE)
Fermentação entérica	FE varia por tipo de animal, peso e dieta. O Brasil usa fatores ajustados para a pecuária nacional.
Manejo de dejetos	Depende do sistema de tratamento. Utiliza-se FE do IPCC com ajustes nacionais.
Solos manejados	FE depende do tipo e quantidade de fertilizante aplicado. No Brasil, usa-se IPCC e estudos sobre emissões diretas e indiretas.
Cultivo de arroz	FE depende do tipo de irrigação. Brasil utiliza ajustes para sistemas de inundação intermitente e contínua.
Queima de resíduos agrícolas	FE baseado na biomassa queimada e condições da queima.
Calagem e aplicação de ureia	100% do carbono da ureia aplicada é convertido em CO ₂ .

As emissões de metano da fermentação entérica (biogênico) têm o mesmo impacto das emissões de origem fóssil?

Embora ambas contribuam para o aquecimento global, **as emissões de metano (CH₄) da fermentação entérica e as emissões de origem fóssil têm impactos diferentes no ciclo do carbono.**

O que isso significa para o impacto climático?

- **Metano fóssil** vem de reservas subterrâneas, ou seja, adiciona carbono novo à atmosfera, aumentando permanentemente a concentração de GEE.
- **Metano biogênico** faz parte do ciclo curto do carbono, ou seja, se recicla no ambiente. Entretanto se as emissões forem altas e não forem equilibradas pela absorção de CO₂, contribuirão de forma significativa para o aquecimento global.

Como a colheita da cana é contabilizada?

O Inventário Nacional considera a redução gradual da queima da palha da cana-de-açúcar, desagregado por Unidades Federativas, na categoria Queima de Resíduos Agrícolas.

O que é levado em conta?



Percentual de colheita manual e mecanizada: O Inventário diferencia as emissões conforme a adoção da colheita mecanizada, que reduz a necessidade de queima;



Declínio da queima: Com a mecanização e o avanço da legislação ambiental, houve uma redução significativa das áreas queimadas nos últimos anos, impactando as emissões de CH₄, CO e NO_x;



Ajustes na metodologia: O Brasil utiliza dados nacionais para estimar as emissões, refletindo a transição para sistemas mais sustentáveis de colheita.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



O carbono no solo é considerado no Inventário?

O Inventário considera o **carbono no solo** no setor **LULUCF**, contabilizando emissões e remoções associadas à conversão do uso da terra. O carbono do solo **não é contabilizado** em Solos Manejados no setor Agropecuária.

O que é considerado na categoria Solos Manejados do setor Agropecuária?

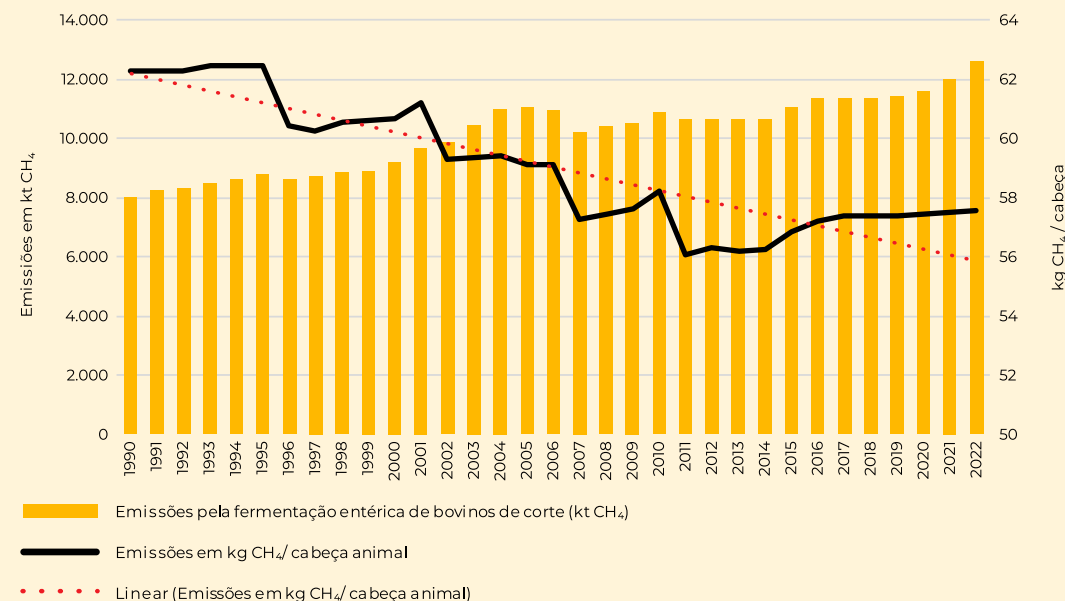
Contabiliza emissões de óxido nitroso (N_2O) decorrentes de:

- ✓ Uso de fertilizantes sintéticos – aplicação de nitrogênio mineral libera N_2O no solo.
- ✓ Deposição de resíduos de culturas agrícolas e pastagem – a decomposição da matéria orgânica adiciona nitrogênio ao solo, influenciando nas emissões.
- ✓ Adubação orgânica – esterco e compostos orgânicos também geram N_2O pela decomposição.
- ✓ Variação de estoque de Carbono no solo – a perda de carbono decorrente da mudança no uso da terra influencia na mineralização de Nitrogênio contribuindo para a emissão de N_2O .
- ✓ Manejo de solos orgânicos – O manejo de solos orgânicos pode aumentar a liberação de N_2O .
- ✓ Emissões indiretas – As atividades agropecuárias geram a volatilização e lixiviação de nitrogênio o que influencia na liberação indireta de N_2O .

Você sabia?

Apesar do crescimento do rebanho bovino de corte, que é muito relevante para a segurança alimentar, a taxa de aumento das emissões tem crescido a patamares inferiores?

Isso é explicado pelo aumento da produtividade. Estudos realizados no Brasil demonstram que, nos últimos anos, a melhoria da digestibilidade da dieta de ruminantes favoreceu diretamente a eficiência produtiva do rebanho, melhorando a ingestão alimentar e o ganho de peso, e como cobenefício diluiu as emissões de GEE por produto.



Emissões de CH₄ da fermentação entérica do rebanho de corte e emissão por cabeça animal (expressa em kg/cabeça/ano), para o período de 1990 a 2022, no Brasil



Consulte o Relatório do Inventário Nacional [neste link](#)



O QUE É?

QUAL O
HISTÓRICO?

COMO É
ELABORADO?

COMO TEM SIDO
APRIMORADO?

QUAIS SÃO
OS SETORES?



SETOR USO DA TERRA, MUDANÇA DO USO DA TERRA E FLORESTAS (LULUCF)

A contabilização é realizada para **todos os biomas** do território brasileiro e é organizada nas seguintes categorias:





O que o setor contabiliza?

As emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao uso da terra e aos produtos florestais por:

1. **Uso e Mudança no Uso e Cobertura da Terra:** inclui as atividades que alteram a quantidade de carbono armazenada na vegetação e no solo. Essas mudanças podem resultar em emissões ou remoções:

Como ocorrem as emissões?

- A emissão de dióxido de carbono (CO_2) ocorre quando há perda de carbono na vegetação e nos solos devido à conversão de uso da terra (ex.: desmatamento de floresta para formação de pastagem).
- Quando a vegetação é queimada após o desmatamento, liberando além de CO_2 , outros gases como metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

Como ocorrem as remoções?

- Quando a vegetação volta a crescer, absorvendo CO_2 da atmosfera, como no caso da regeneração de florestas secundárias e da manutenção da vegetação em áreas protegidas.

2. **Produtos Florestais Madeireiros (PFM):** Além do carbono armazenado nas florestas, o setor considera o carbono nos produtos derivado de madeira de florestas plantadas.

Como ocorrem as emissões?

- Quando produtos florestais são exportados e/ou se decompõem ao longo do tempo, liberando carbono.

Como ocorrem as remoções?

- Quando há importação ou produção de madeira, pois o carbono continua armazenado nesses materiais por longos períodos.



Foto: Rodrigo Cabral/Ascom MCTI

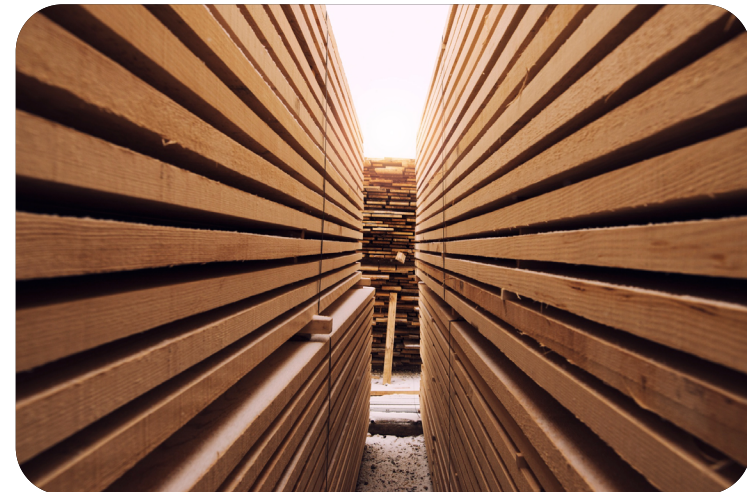


Foto: aleksandarlittlewolf/Freepik



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Quais são as categorias mais relevantes e gases associados sob a perspectiva do Brasil?

CATEGORIAS	GASES MAIS RELEVANTES	FATOS RELEVANTES SOBRE OS RESULTADOS EM 2022
Área convertida para Campo e Pastagem	 Dióxido de carbono	Maior fonte de emissão do Brasil e do setor, sendo responsável de 47% do total de emissões CO₂ eq do país . A maior parte das emissões são da conversão de florestas nativas para pastagens.
Área convertida para Agricultura	 Dióxido de carbono	Segunda maior fonte de emissão do setor e responsável por 9% do total de emissões CO₂ eq do Brasil .
Floresta permanecendo Floresta	 Dióxido de carbono	Maior fonte de remoção do Brasil, com 77% das remoções totais de CO₂ eq .
Produtos florestais madeireiros	 Dióxido de carbono	Segunda maior fonte de remoção do Brasil, representando 15% das remoções totais de CO₂ eq .

Quais são os principais dados de atividade e seus provedores?

Dados de atividade

-  Matrizes de transição de uso e cobertura da terra e de emissões e remoções de CO₂;
-  Taxas de desmatamento anual nos biomas Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Caatinga e Pampa;
-  Quantidade extraída de lenha e toras;
-  Colheita de madeira, importação e exportação de painéis, papelão e madeira serrada.

Fontes

Mapas de uso e cobertura da terra para cada bioma brasileiro;

Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES);

Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica;

Atlas do Monitoramento da Cobertura Vegetal da Bacia do Alto Paraguai – Pantanal;

Projeto de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite - Caatinga e Pampa (PMDDBS);

Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS);

Base de dados florestal (FAOSTAT).

Instituições provedoras

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e/ou empresa contratada com essa finalidade;

Fundação SOS Mata Atlântica;

Instituto SOS Pantanal;

Ministério do Meio Ambiente (MMA);

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO).



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Como é feito o cálculo de emissões e remoções para LULUCF?

- 1 A identificação das mudanças e permanências das categorias de uso da terra é realizada a partir da comparação de imagens de satélites para diferentes períodos (tempo 1 e tempo 2). Para cada uma das categorias, é considerado um estoque específico de carbono, determinado pelo tipo de vegetação e bioma correspondente.
- 2 Quando há conversão entre categorias, ocorre uma variação no estoque de carbono, que pode resultar em emissões ou remoções de CO₂. A manutenção de uma categoria pode influenciar o estoque de carbono ao longo do tempo. Áreas protegidas, Unidades de Conservação (UCs) e Terras Indígenas (TIs) contribuem para remoções líquidas de CO₂, pois a vegetação em crescimento continua acumulando biomassa.
- 3 O cálculo das emissões e remoções também considera o uso de produtos florestais madeireiros. Para isso, são analisados dados de produção, importação e exportação desses itens, uma vez que produtos como madeira serrada, papel e celulose armazenam carbono por diferentes períodos antes de sua decomposição ou queima.

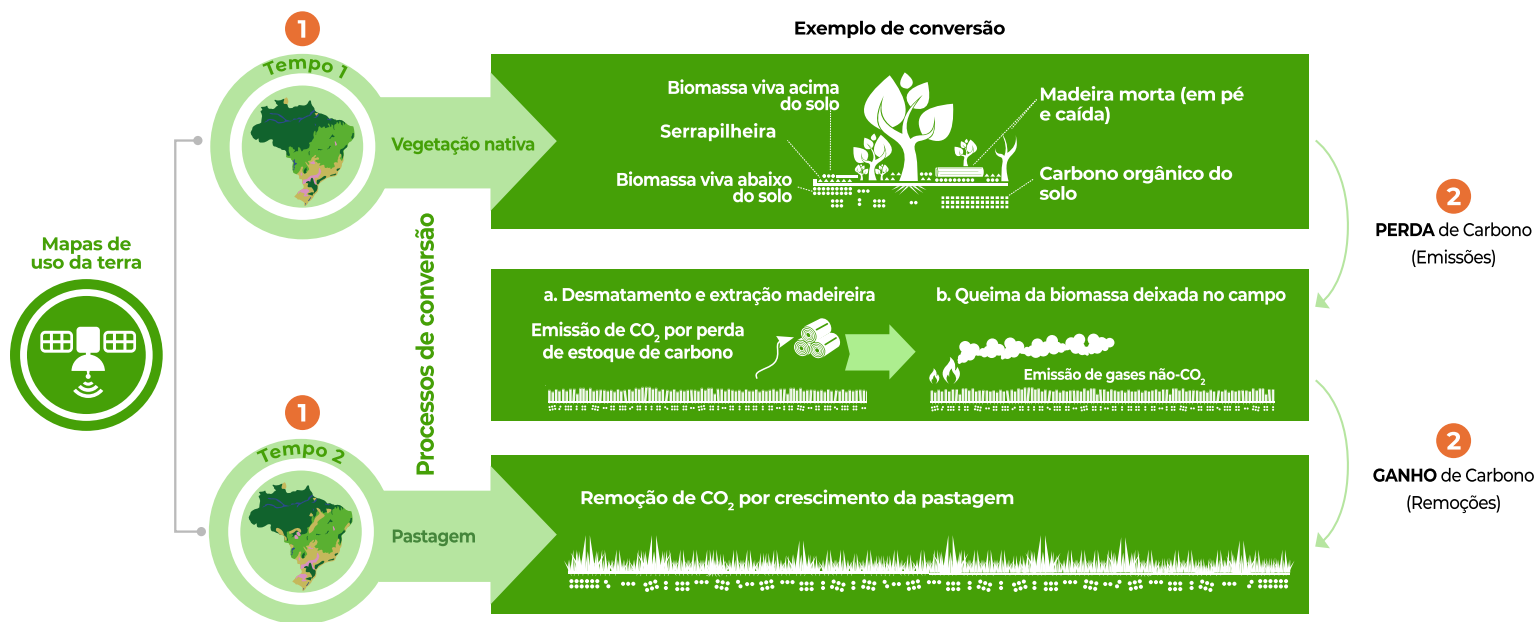
Entenda os fatores de emissão/remoção aplicado ao setor:

Os fatores de emissão/remoção representam os estoques de carbono e as taxas de emissão e remoção de carbono em diferentes categorias de uso da terra. A maior parte dos fatores adotados são específicos para o Brasil (**Tier 2**), e quando indisponíveis, são adotados os padrões do IPCC (2006).

CATEGORIA

FATORES DE EMISSÃO/REMOÇÃO

Estoque de carbono na vegetação	Baseado em dados de campo e revisão bibliográfica. Para Amazônia também são usados dados de sensoriamento remoto.
Estoque e remoção de carbono em pastagens, agricultura e vegetação secundária	Obtidos a partir de estudos científicos nacionais e dados do IPCC (2006).
Fatores de alteração do estoque de carbono orgânico do solo	Produzidos nacionalmente e considera práticas agrícolas como plantio direto e convencional, além da degradação e recuperação de pastagens.



3 Emissões de CO₂ - Remoções de CO₂ + Emissões de gases não-CO₂ = EMISSÕES LÍQUIDAS





Como a degradação florestal aparece no Inventário Nacional?

As emissões líquidas de CO₂ por degradação florestal são contabilizadas para a atividade de extração seletiva de madeira (corte seletivo) na Amazônia. Esse processo ocorre quando árvores são retiradas seletivamente, causando perda de biomassa e emissões de carbono, mas sem a remoção total da floresta.

Como são contabilizadas as remoções de GEE no setor de LULUCF?



1. Crescimento da vegetação em áreas convertidas

Quando ocorre a mudança de uso da terra (exemplo: pastagem que se torna floresta secundária), a vegetação começa a crescer e a absorver CO₂ da atmosfera.



2. Remoções em áreas protegidas

Áreas de vegetação em UC e Terras Indígenas TI, também removem CO₂ devido ao crescimento contínuo da vegetação. Como essas florestas estão protegidas, o carbono continua sendo estocado na biomassa ao longo dos anos.



3. Produtos Florestais Madeireiros

A madeira utilizada em produtos como móveis, também armazena carbono. Deste modo, são contabilizadas as remoções associadas à colheita e importação de produtos florestais de florestas plantadas, pois parte desse carbono permanece estocado nesses produtos por longos períodos.

Qual a importância de áreas protegidas e de conservação para os estoques de carbono?

Áreas protegidas, como UCs e TIs, são fundamentais para manter e aumentar grandes estoques de carbono na vegetação e no solo, evitando degradação e desmatamento. Além disso, as florestas continuam crescendo e absorvendo CO₂ da atmosfera, contribuindo para a redução das emissões líquidas.

Como as florestas plantadas são contabilizadas no IN?

Dentro da categoria de Reflorestamento, sendo tratadas separadamente das florestas naturais. Essas áreas são majoritariamente compostas por espécies exóticas, como *Eucalyptus spp.*, *Pinus spp.* e *Acacia mearnsii*.

O setor LULUCF contabiliza quais emissões de queimadas florestais?

a) Emissões CO₂ pela perda de estoques de carbono da vegetação original quando ocorre a mudança de uso e cobertura da terra por fogo. Contudo, as emissões por desmatamento são reportadas de forma agregada, sem diferenciar aquela causada por fogo ou corte raso;

b) Emissões de gases não-CO₂ da queima de biomassa deixada no campo após a conversão de vegetação nativa (exceto no caso de corte seletivo).

O Inventário é um exercício de aprimoramento contínuo. A equipe técnica tem avaliado, constantemente, metodologias para contabilizar as emissões de GEE quando ocorre a degradação da vegetação por fogo de causa antrópica.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

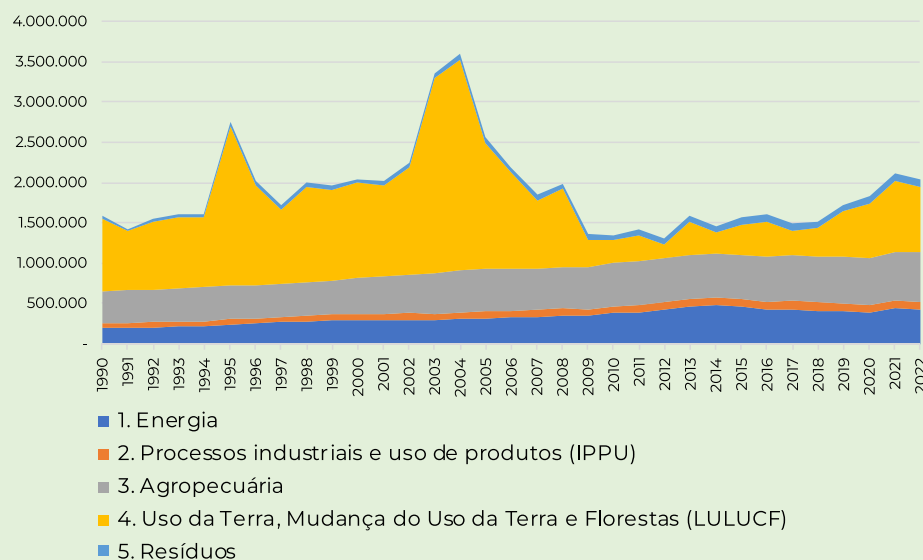
QUAIS SÃO OS SETORES?



Por que LULUCF é considerado um setor que 'modula' as emissões no Brasil?

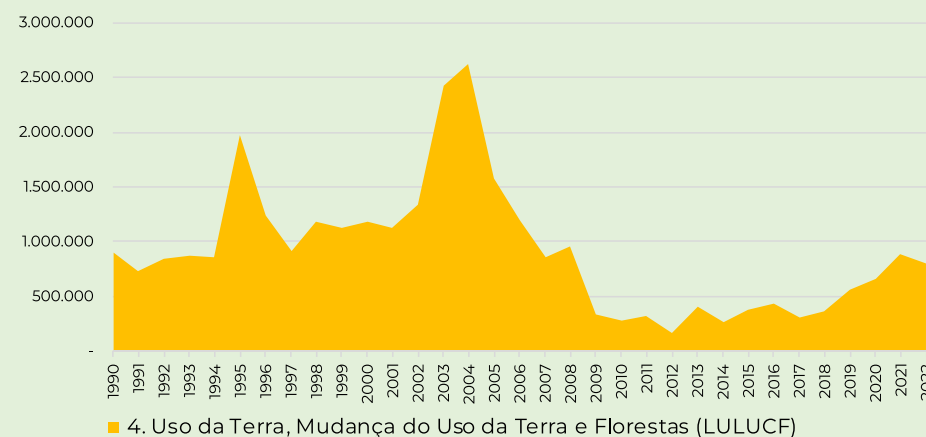
Historicamente, o setor tem sido o maior contribuinte com as emissões, principalmente devido ao desmatamento nos biomas Amazônia e Cerrado, tendo chegado a representar no passado mais de 60% das emissões nacionais.

Emissões totais do Brasil (1990-2022) (kt CO₂ eq/GWP AR5)



Variações em LULUCF impactam diretamente o total de emissões brasileiras. Entre 2005 e 2012, o aumento no controle do desmatamento refletiu na redução das emissões em cerca de 40%. Entre 2015 e 2021, o aumento do desmatamento reverteu a tendência de queda das emissões.

Emissão total LULUCF (1990-2022) (kt CO₂ eq/GWP AR5)





O QUE É?

QUAL O
HISTÓRICO?

COMO É
ELABORADO?

COMO TEM SIDO
APRIMORADO?

QUAIS SÃO
OS SETORES?



Como o setor LULUCF está conectado com outras iniciativas?

INICIATIVAS	O QUE É	OBJETIVO	RELAÇÃO COM OUTROS SISTEMAS
Inventário Nacional - Setor LULUCF	Parte do Inventário Nacional de GEE, a qual contabiliza emissões e remoções do setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da terra e Florestas.	Estimar emissões e remoções no setor LULUCF para reportar à UNFCCC e subsidiar políticas públicas de mitigação de emissões de GEE.	Além de mapear o uso da terra, usa dados do PRODES para calcular a anualização das emissões.
ENREDD+	Instrumento nacional voltado para o mecanismo internacional de compensação financeira por redução de emissões por desmatamento e degradação florestal (REDD+).	Monitorar e comprovar a redução do desmatamento para acessar financiamento climático.	Utiliza parâmetros do Setor LULUCF do Inventário para calcular o nível de referência de emissões florestais e dados do PRODES para monitoramento do desmatamento.
PRODES	Programa do INPE que monitora anualmente o desmatamento nos biomas brasileiros.	Fornecer dados sobre a taxa de desmatamento consolidada para apoiar políticas públicas e fiscalização.	Serve de referência para o TerraClass, o Inventário Nacional e o REDD+.
TerraClass	Sistema que classifica o uso da terra após o desmatamento na Amazônia e Cerrado.	Identificar o destino das áreas desmatadas (pastagem, agricultura, regeneração etc.).	Usa dados do PRODES das áreas desmatadas.
Inventário Florestal Nacional (IFN)	Levantamento da composição, estrutura e biomassa da vegetação nativa brasileira.	Constitui um banco de dados com informações relevantes sobre as florestas nativas brasileiras.	Fornece subsídios para políticas públicas, como de fomento florestal, REDD+ e conservação da biodiversidade.



Consulte o Relatório do Inventário Nacional [neste link](#)



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



SETOR RESÍDUOS

O que o setor contabiliza?

As emissões de gases de efeito estufa (GEEs) associadas à:

- Disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários e vazadouros (lixões);
- Tratamento biológico de resíduos sólidos (compostagem);
- Incineração e queima a céu aberto de resíduos sólidos;
- Tratamento e despejo de águas residuárias (efluentes domésticos e efluentes industriais).



Disposição de Resíduos Sólidos



Tratamento Biológico de Resíduos Sólidos

As emissões de CH₄ geradas a partir da digestão anaeróbia em instalações de biogás são alocadas no setor Energia



Incineração e Queima a Céu Aberto de Resíduos Sólidos

As emissões da queima de resíduos agrícolas são alocadas no setor de Agropecuária



Tratamento e Despejo de Águas Residuárias



Foto: Francisco Velludo/Ministério do Planejamento



Fotos: Gabriel Jabur/Agência Brasília

As emissões do subsetor Disposição de Resíduos Sólidos são classificadas entre Locais Manejados (aterros sanitários) e Locais Não Categorizados (aterros controlados e vazadouros). Ainda não são alocadas no Inventário as emissões na categoria Locais Não Manejados, pois não há informações suficientes sobre os locais de disposição de resíduos que não são aterros sanitários para classificá-los entre as categorias.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Quais são as principais categorias e os gases associados?

CATEGORIAS	GASES MAIS RELEVANTES	FATOS RELEVANTES SOBRE OS RESULTADOS EM 2022
Disposição dos resíduos sólidos	 Metano	Maior fonte de emissão do Setor, responsável por 59% de CO₂ eq das emissões de Resíduos e 3% do total de emissões de CO ₂ eq do Brasil.
Tratamento e despejo de águas residuárias	 Metano  Óxido nitroso	Segunda maior fonte de emissão do Setor, responsável por 40% das emissões de Resíduos , e 2% do total de emissões de CO ₂ eq do Brasil.
Incineração e queima a céu aberto dos resíduos sólidos	 Metano  Óxido nitroso  Dióxido de carbono	Categoria responsável pela emissão de 1,3% das emissões do setor.
Tratamento biológico dos resíduos sólidos	 Metano  Óxido nitroso	Categoria com a menor emissão do setor, responsável por 0,1% das emissões de Resíduos.

Quais os principais dados de atividades e seus provedores?

Dados de atividade	Fontes	Instituições provedoras
 População brasileira;  Taxa de população com coleta de resíduos municipais;  Geração, gravimetria e destinação de resíduos sólidos municipais;  Geração e incineração de resíduos de serviços de saúde;  Geração de lodo do tratamento de efluentes;  Gás metano recuperado em projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);  População que queima os resíduos sólidos municipais;  População atendida com cada tecnologia de tratamento de efluentes;  Carga orgânica e tecnologias de tratamento de efluentes industriais;	Censo Demográfico, Estimativas populacionais e Contagem da População; Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento; Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Continuada; Relatórios de verificação dos Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; Pesquisa da Pecuária Municipal; Pesquisa Industrial Anual.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Ministério das Cidades; Ministério do Meio Ambiente; Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC); União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (UNICA); Associação Brasileira da Indústria de Látex Longa Vida (ABLV); Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ).



Entenda os fatores de emissão e níveis metodológicos aplicados ao setor:

CATEGORIA	FATOR DE EMISSÃO (FE)
Disposição dos resíduos sólidos	FEs dependem da composição dos resíduos, do tipo de manejo nos locais de disposição de resíduos e da região climática. Utilizam-se FEs do IPCC com dados nacionais. As emissões de CH ₄ desta categoria são estimadas utilizando <i>Tier 2</i> .
Tratamento biológico dos resíduos sólidos	FEs padrões do IPCC. As emissões foram estimadas utilizando o <i>Tier 1</i> .
Incineração e queima a céu aberto dos resíduos sólidos	FEs dependem das frações de massa seca no resíduo e carbono fóssil no carbono total, além de fatores de emissão de N ₂ O e CH ₄ . Utilizam-se FEs padrões do IPCC com dados nacionais. Aplica-se <i>Tier 2a</i> para estimar as emissões de CO ₂ da categoria Queima de Resíduos a Céu Aberto e <i>Tier 1</i> para os demais gases.
Tratamento e despejo de águas residuárias	FEs dependem da capacidade máxima de produção de gás metano pela demanda bioquímica de oxigênio presente nos efluentes, fator de correção de gás metano de acordo com o tipo de tratamento utilizado e fator de emissão de N ₂ O. Utilizam-se FEs do IPCC com dados nacionais. Aplica-se o <i>Tier 2</i> para estimar as emissões de CH ₄ e o <i>Tier 1</i> para as emissões de N ₂ O.



O metano (CH₄) é o principal gás emitido pelo Setor Resíduos e representou 97% das emissões do setor em 2022. Sua emissão ocorre, principalmente, durante a decomposição anaeróbia do material degradável presente nos resíduos nos locais de disposição e durante o tratamento de efluentes líquidos.



“Restos de alimentos” e “papel e papelão” são os principais tipos de resíduos que contribuem para a geração de CH₄ pela disposição dos resíduos sólidos municipais e, em 2022, contribuíram com 61% e 30%, respectivamente, do total de emissões geradas na Disposição de Resíduos Sólidos.

Quais são os esforços para melhor caracterizar o setor considerando a realidade nacional?

Para melhor refletir as categorias mais relevantes do setor (gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos) é importante a utilização de parâmetros específicos, tais quais:

- a composição gravimétrica (característica física dos resíduos sólidos), que impacta no carbono orgânico degradável presente nos resíduos depositados;
- as características dos locais de disposição de resíduos sólidos, que indicam o fator de correção de metano (MCF) para decomposição anaeróbia (locais não gerenciados possuem menor MCF do que aterros sanitários, nos quais as condições para a digestão anaeróbia são melhores);
- a região climática em que ocorre a decomposição dos resíduos sólidos, que influencia o MCF dos locais de disposição de resíduos sólidos;
- a classificação dos tipos de sistemas de tratamento de efluentes domésticos e industriais e, conseqüentemente, a capacidade de geração de CH₄ (MCF) de cada sistema de tratamento.



O QUE É?

QUAL O HISTÓRICO?

COMO É ELABORADO?

COMO TEM SIDO APRIMORADO?

QUAIS SÃO OS SETORES?



Você sabia?



O aumento das emissões de GEE na categoria Disposição de Resíduos Sólidos ocorre, principalmente, devido ao crescimento da população e às melhorias na gestão de resíduos no Brasil, como:



Aumento da coleta de lixo urbano, ampliando a cobertura nos municípios;



Mais resíduos enviados para aterros sanitários, substituindo lixões e melhorando o manejo ambiental.



Embora os aterros sanitários possam gerar mais metano por tonelada de lixo do que os lixões, devido à decomposição em ambiente fechado, eles oferecem vantagens ambientais, econômicas e sociais, especialmente quando contam com sistemas de captação e recuperação do biogás.



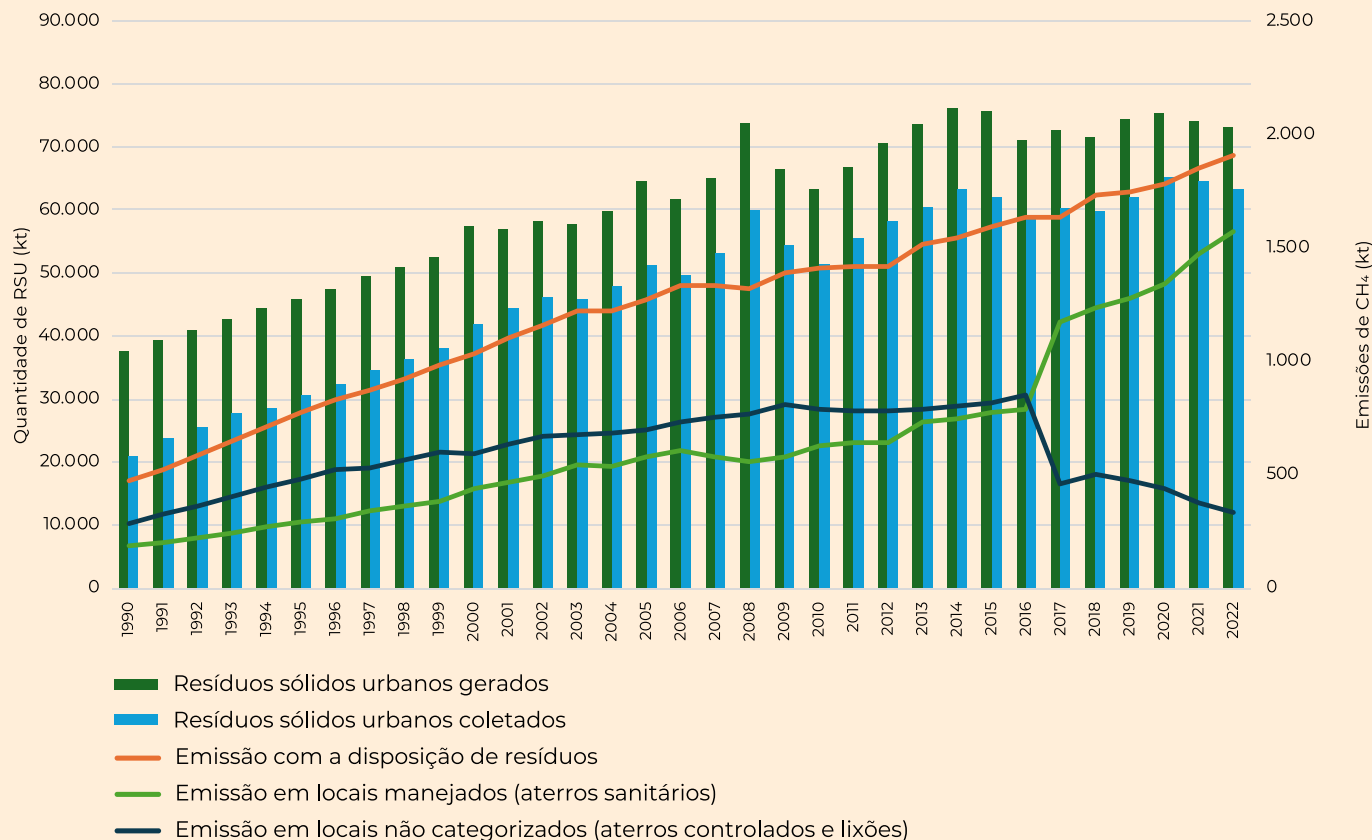
No Inventário, as estimativas de metano recuperado foram baseadas nos relatórios de verificação de projetos de queima de gás de aterro registrados no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).



Consulte o Relatório do Inventário Nacional [neste link](#)

Consulte as diretrizes do IPCC 2006 para o Setor Resíduos [neste link](#)

Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos e emissões da categoria Disposição dos resíduos sólidos, em kt CH₄, de 1990 a 2022.





CIÊNCIA & CLIMA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



www.gov.br/mcti