



Nota metodológica do Sistema de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa no Brasil (1970-2023): **Energia**

SEEG Setor Energia 1970-2023
Versão 12 – dezembro de 2024

Coordenação Técnica
Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

Equipe Responsável
André Luís Ferreira
David Shiling Tsai
Felipe Barcellos e Silva
Helen Sousa
Ingrid Graces
Marcelo dos Santos Cremer

Revisão
Greenpeace

Sumário

1. Introdução	4
1.1. Matriz energética e uso de energia no Brasil	4
1.2. Emissões de gases de efeito estufa	6
1.3. Escopo e estruturação da estimativa de emissões do Setor de Energia	7
2. Metodologia de estimativa de emissões	11
2.1. Emissões nacionais	11
2.1.1 Emissões de CO ₂ pela queima de combustíveis	11
2.1.2. Emissões de CH ₄ , N ₂ O, CO, NO _x e COVNM pela queima de combustíveis	12
2.1.3. Emissões pela queima de combustíveis no transporte rodoviário	14
2.1.4. Emissões pela queima de combustíveis no transporte aéreo	16
2.1.5. Emissões fugitivas de CH ₄ na extração de carvão mineral	17
2.1.6. Emissões fugitivas na indústria de petróleo e gás natural	20
2.2. Alocação de emissões por Unidades da Federação	21
3. Diferenças entre as versões do SEEG	24
3.1 Diferenças do SEEG 2014 em relação ao SEEG 2013	24
3.2 Diferenças do SEEG 2015 em relação ao SEEG 2014	25
4. Qualidade dos dados	27
5. Resultados	30
Referências bibliográficas	38
Anexo A: Fatores de emissão de CO₂ dos combustíveis	39
Anexo B: Densidade energética dos combustíveis, por ano	40
Anexo C: Alocação de emissões por municípios	42

1. Introdução

1.1. Matriz energética e uso de energia no Brasil

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) 2024, Ano-base 2023, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), instituição vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), entre as fontes primárias de energia hoje utilizadas no Brasil, predominam as fontes não renováveis, que representaram 51% de toda a oferta interna bruta de energia em 2023. A maior parte dessa energia ofertada corresponde ao petróleo e seus derivados, que responderam por 35%, seguidos pelos derivados da cana-de-açúcar (17%), energia hidráulica (12%), gás natural (10%) e lenha e carvão vegetal (9%). As demais fontes representaram, no conjunto, apenas 17%¹.

Apesar da predominância do petróleo e do crescente uso do gás natural, a matriz energética brasileira ainda apresenta uma elevada participação de fontes renováveis – 49% – se comparada com a média mundial, que é de aproximadamente 15%.

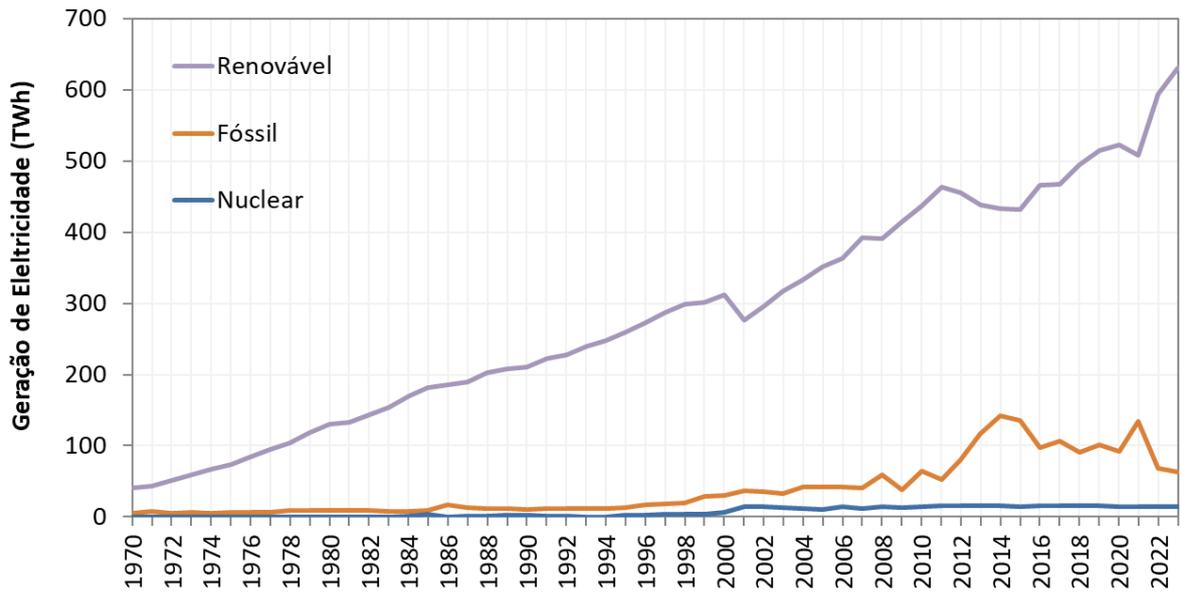
Em relação à matriz de geração elétrica, a participação de fontes renováveis é ainda mais acentuada, representando 89% da geração interna de eletricidade em 2023, distribuída entre energia hidráulica (59%), eólica (13%), biomassa (8%) e solar fotovoltaica (7%).

De toda a energia consumida no país em 2023, 57% foi proveniente de combustíveis fósseis. Considerando-se apenas o uso desses combustíveis, a principal destinação em 2023 foi o transporte (45%), seguido pelo setor industrial (20%) e pela geração de energia elétrica (12%). Os demais setores responderam, no conjunto, pela parcela restante (23%).

Convém destacar que, nos últimos anos, a participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira diminuiu de 45% em 2009 para 42% em 2017, chegando a 38% em 2014. Já em 2023, essa participação atingiu 49%. Em boa medida, essa dinâmica é explicada pela ampliação/retração da geração termelétrica utilizando combustíveis não renováveis e pela relação entre o consumo automotivo de gasolina comum e de etanol hidratado durante parte desse período, conforme ilustram a Figura 1, a Fig. 2 e a Fig. 3.

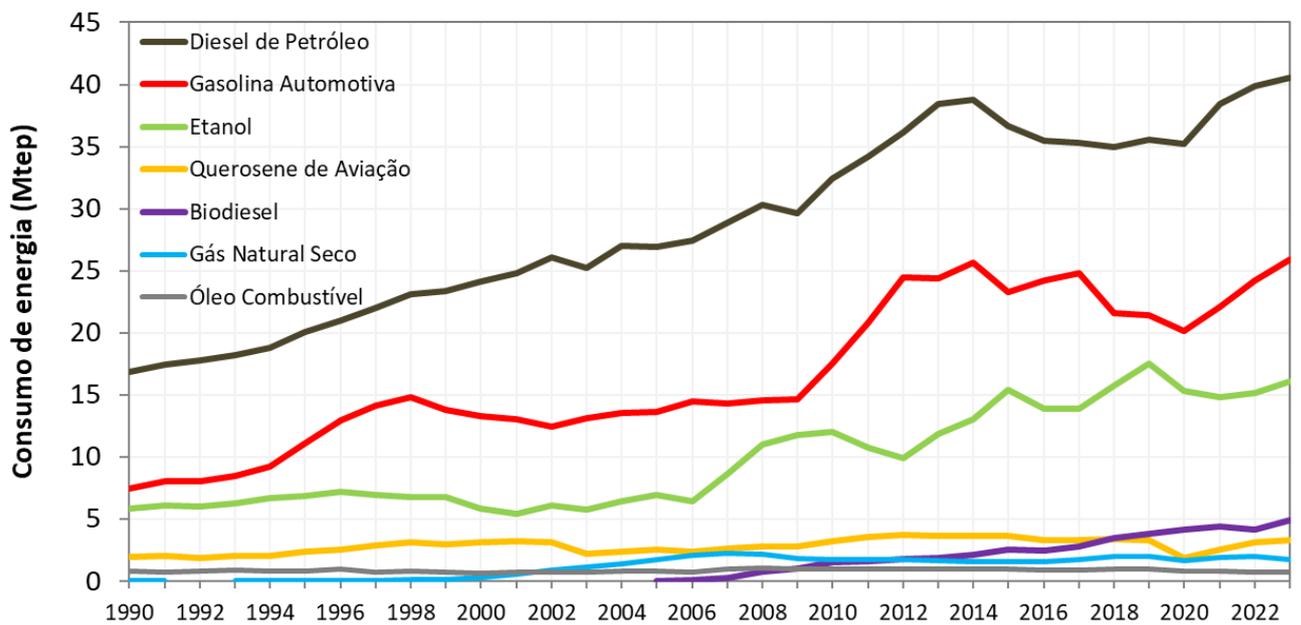
¹ Esses dados foram obtidos no Relatório Síntese do BEN 2024 (Ano-base 2023).

Figura 1: Evolução da participação de fontes de energia primária na geração de eletricidade



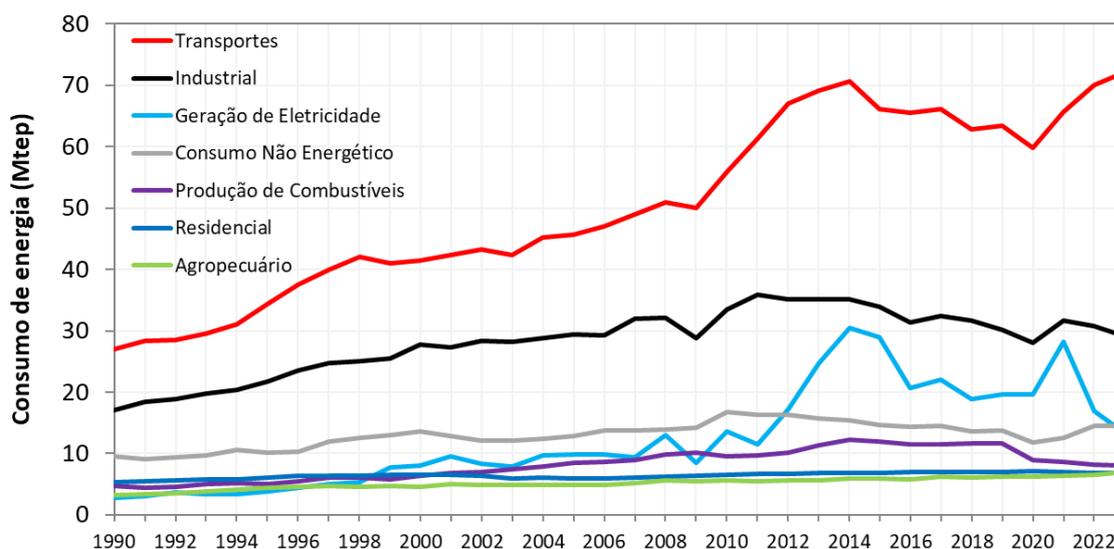
Fonte: Elaborado a partir do BEN 2024.

Figura 2: Evolução do consumo dos principais combustíveis nos transportes



Fonte: Elaborado a partir do BEN 2024.

Figura 3: Evolução do consumo energético setorial de combustíveis fósseis



Fonte: Elaborado a partir do BEN 2024

1.2. Emissões de gases de efeito estufa associadas à produção e ao consumo de energia

As emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à produção e consumo de energia ocorrem segundo dois tipos de processos: (i) queima de combustíveis e (ii) emissões fugitivas.

No processo de combustão, ou queima de combustíveis, a energia química contida no combustível é liberada como calor, que pode ser destinado diretamente ao uso final (fornos, aquecedores etc.) ou convertido em energia mecânica e elétrica, tal como ocorre na geração termelétrica e em fontes móveis (veículos). Durante o processo de combustão, o carbono (C) armazenado nos combustíveis é oxidado e emitido como dióxido de carbono (CO_2). Também são emitidas quantidades relativamente menores de outros gases, resultantes da queima incompleta do combustível – metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) –, e da oxidação do nitrogênio (N_2) presente no combustível ou no ar, dependendo da temperatura da combustão – os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o óxido nitroso (N_2O).

As emissões fugitivas decorrem de descargas, intencionais e não intencionais, provenientes dos processos produtivos de carvão mineral, petróleo e gás natural. Abrangem as etapas de extração, estocagem, processamento e transporte dos produtos.

O processo geológico de formação do carvão, que ocorre ao longo de milhões de anos, gera gás metano (CH₄) que permanece armazenado junto com o mineral sólido. Este gás é liberado quando o carvão mineral é submetido a pressões mais baixas, o que ocorre durante a escavação das minas.

Quanto às emissões fugitivas na indústria de petróleo e gás, estas ocorrem em três áreas de atividade, segundo o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)²:

- **Extração e produção de petróleo e gás natural:** Tocha (flare); ventilação de gás; flash de metano em tanques; processo de desidratação a glicol; processo de remoção de CO₂ do gás (MEA/DEA); passagens de PIG em linhas; fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros); atividades de perfuração; derramamento de petróleo em canaletas; tanque de ventilação atmosférica; despressurização; e limpeza de tanques e vasos.
- **Refino de petróleo e processamento de gás natural:** Regenerador de UFCC (Unidade de Craqueamento Catalítico Fluido); Unidades de Geração de Hidrogênio (UGH); fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros); tocha (flare); ventilação de gás; processo de desidratação a glicol; e passagens de PIG em linhas.
- **Transporte:** descompressão; fugitivas em componentes de linhas (flanges, conectores, válvulas, selos de bomba e compressor, drenos e outros); ventilação de gás, tocha (flare); gasoduto; flash de metano em tanques; passagem de PIG em linhas; e carga de caminhão/vagão.

1.3. Escopo e estruturação da estimativa de emissões do Setor de Energia

Neste trabalho, o escopo de emissões do “Setor de Energia” está em acordo com aquele recomendado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em suas recomendações para a estimativa de emissões de GEE, bem como com as definições do MCTI. Foram estimadas as emissões anuais a nível nacional, entre 1970 e 2023.

Além disso, quando possível, as emissões foram alocadas nas unidades da federação (UFs), como uma das inovações em relação à primeira versão do SEEG. Este trabalho buscou distribuir as emissões estimadas a nível nacional entre as unidades da federação, obtendo-se uma primeira aproximação para as emissões por UF. No entanto, foram

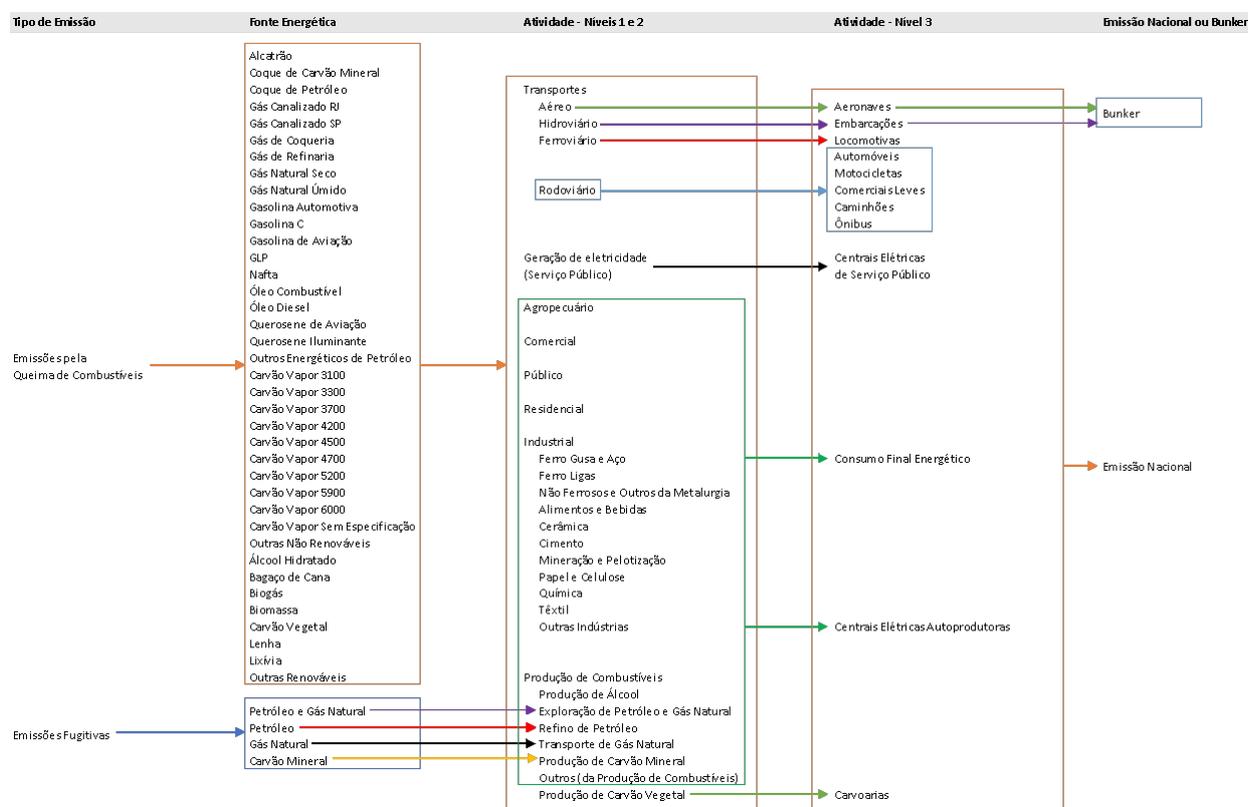
² Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Categoria Petróleo e Gás Natural (PETROBRAS/MCTI, 2020), parte integrante do 4º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa.

considerados os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional e algumas hipóteses simplificadoras foram assumidas. Não se tratou, portanto, de um esforço de inventariar as emissões a partir de informações oficiais de cada UF, de modo que a comparação entre os resultados gerados por esta metodologia e os resultados de inventários oficiais das UFs deve ser feita com muita cautela. No entanto, como muitas UFs ainda não dispõem de inventários, o SEEG pode trazer informações valiosas, tanto pelos resultados que puderam ser gerados quanto pelas dificuldades metodológicas e lacunas de dados que o procedimento de alocação de emissões por UF apontou. Os gases inventariados são o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) e os óxidos de nitrogênio (NO_x). Quanto às atividades geradoras de emissões, elas abrangem a exploração e extração de fontes primárias de energia; a conversão de fontes primárias em fontes secundárias (refinarias de petróleo, unidades produtoras de biocombustíveis, centrais de geração de energia elétrica etc.) e o uso final de energia em aplicações móveis ou estacionárias. A partir dos métodos de estimativa de emissões e para fins de apresentação dos resultados, definiu-se a seguinte estruturação em 5 níveis:

1. Tipo de emissão: emissões pela queima de combustíveis e emissões fugitivas;
2. Fonte energética: trata-se das **fontes primárias de energia** de cuja produção decorrem emissões e das **fontes de energia para uso final**;
3. Atividade nível 1: são os **setores de consumo final energético** segundo o BEN (exemplos: transportes, indústria, agropecuário), a **geração de eletricidade** ou a **produção de combustíveis**;
4. Atividade nível 2: é um detalhamento do nível anterior;
5. Atividade nível 3: é um detalhamento dos dois níveis anteriores.

A Figura 4 apresenta a estruturação utilizada e os conteúdos de cada campo da estrutura. Também ilustra as ramificações ou combinações que ocorrem para cada elemento ou grupo de elementos.

Figura 4: Estruturação da estimativa de emissões segundo tipo de emissão, fonte energética e atividades geradoras



De modo a não causar confusão com o que, para fins de estimativas de emissões de GEE, o IPCC convencionou chamar de “Setor de Energia”, neste trabalho optou-se chamar de “Produção de Combustíveis” aquilo que é referido como “Setor Energético” no BEN – publicado pela Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). No BEN, o “Setor Energético” corresponde às atividades de exploração e produção de combustíveis (petróleo, gás natural, carvão mineral e álcool). Como será explicado mais detalhadamente nas próximas seções, as emissões classificadas como “Produção de Combustíveis” englobam, além das emissões decorrentes da queima de combustíveis no “Setor Energético”, as emissões da queima de lenha para carvoejamento, as emissões fugitivas associadas às indústrias de petróleo e gás natural e as emissões fugitivas associadas à extração de carvão mineral.

Destaca-se que no Setor de Energia não são contabilizadas as emissões decorrentes da utilização dos seguintes combustíveis como agente reductor nas indústrias de ferro gusa e aço, ferroligas, metais não ferrosos e outros da metalurgia: coque de carvão mineral,

coque de petróleo³, carvão vapor 5900 e carvão vegetal. Nestas situações, tais combustíveis participam de um processo termorreduzidor, e não de uma simples queima, sendo, portanto, considerados numa outra categoria de estimativa de emissões, a dos Processos Industriais e Uso de Produtos.

No caso dos combustíveis de biomassa (lenha, carvão vegetal, resíduos vegetais, lixo, álcool e bagaço-de-cana, biogás), as emissões de CO₂ não são contabilizadas no Setor de Energia, pois se considera que estas emissões são compensadas pela absorção de CO₂ na fotossíntese que gerou a biomassa, conforme recomendação do IPCC. O mesmo não se aplica aos demais gases de efeito estufa, diretos e indiretos, que são contabilizados normalmente, a exemplo dos combustíveis fósseis.

³ No BEN o consumo de coque de petróleo anterior a 1985 é reportado como consumo de outros energéticos de petróleo, dessa forma, as emissões decorrentes do consumo desse energético nas indústrias de ferro gusa e aço, ferroligas, metais não ferrosos e outros da metalurgia também foi considerado em Processos Industriais e Uso de Produtos.

2. Metodologia de estimativa de emissões

2.1. Emissões nacionais

Neste trabalho, a estimativa das emissões nacionais pela queima de combustíveis pode ser explicada segundo dois métodos gerais, um para o CO₂ e outro para os demais gases (CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM), aplicáveis para o uso de energia nos centros de transformação e para os usos finais de energia, com exceção do transporte rodoviário e do transporte aéreo. Para o transporte rodoviário e o transporte aéreo foram adotados métodos próprios, visto que as estimativas de suas emissões demandam um tratamento de informações mais específicas, como será mostrado adiante.

2.1.1 Emissões de CO₂ pela queima de combustíveis: método geral, abordagem bottom-up

As emissões de CO₂ foram calculadas segundo a abordagem *bottom-up*, relacionando, portanto, os diversos combustíveis queimados aos respectivos setores de uso final de energia e centros de transformação de energia⁴ que os utilizam. As emissões anuais de CO₂ para cada uma das fontes de energia são estimadas a partir da seguinte equação:

$$E_{CO_2} = Cons * \rho_{energia} * Fe_{CO_2}$$

Onde:

E_{CO_2}	Emissão anual de CO ₂ (kgCO ₂ /ano)
$Cons$	Consumo final energético anual de cada combustível em cada setor, ou quantidade de combustível usada em centros de transformação (unidade comercial/ano)
$\rho_{energia}$	Densidade energética da fonte de energia (TJ/unidade comercial)
Fe_{CO_2}	Fator de emissão de dióxido de carbono por unidade de energia contida na fonte de energia (kgCO ₂ /TJ)

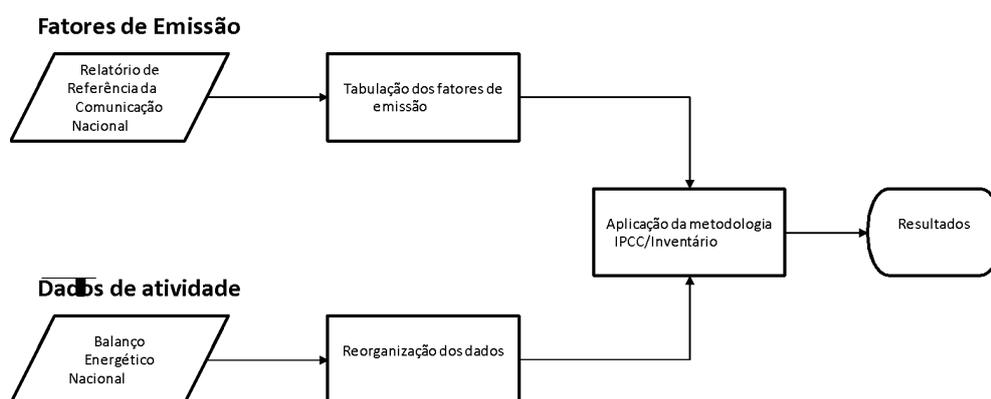
Quanto aos dados de atividade, as variáveis **Cons** e densidade energética ($\rho_{energia}$), a fonte de dados foi o BEN. A variável de atividade chave, **Cons**, é o consumo final energético dos combustíveis e o seu uso em centros de transformação, segundo a classificação adotada no BEN. Os dados foram obtidos da página “Matriz de Balanço Energético”, acessível na plataforma Sistema de Informações Energéticas (SIE) do MME⁵. Os fatores de emissão, Fe_{CO_2} , foram obtidos no “Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de

⁴ Os centros de transformação considerados são as centrais elétricas (usinas termelétricas) e as carvoarias.

⁵ Disponível em: https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/consultas/visor_reportes_be.aspx?or=520&ss=2&v=1.

Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Setor Energia – Subsetor Queima de Combustíveis – Abordagem Setorial” (MCTI, 2020), publicado no sítio eletrônico do MCTI⁶. Obtidos os dados de atividade e tabulados os fatores de emissão (originados de arquivo PDF), as estimativas foram, então, realizadas, conforme sequência representada pela Figura 5.

Figura 5: Sequência de tratamento dos dados utilizados nas estimativas de emissões de CO₂ pela queima de combustíveis



2.1.2. Emissões de CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM pela queima de combustíveis: método geral

Diferentemente das emissões de CO₂, que podem ser estimadas com precisão razoável a partir apenas de algumas propriedades dos combustíveis, as emissões de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) dependem da forma como a combustão é realizada. Então, para estimar tais emissões, são identificadas, em primeiro lugar, a finalidade de uso dos combustíveis dentre as seguintes classes: prover calor de processo, força motriz, aquecimento direto ou iluminação. Em seguida, dentro dessas classes, são identificadas as tecnologias utilizadas, dentre estas: aquecedores, caldeiras, motores, fornos e secadores. Tais etapas configuram os “coeficientes de destinação” dos combustíveis, conforme a equação a seguir:

$$E_{bijk}^{n-CO_2} = F e_{bijk}^{n-CO_2} * C_{bi} * f_{bij} * g_{ijk}$$

Onde:

$E_{bijk}^{n-CO_2}$ Emissão do gás proveniente do consumo do combustível b, no setor i, no uso final j, utilizando a tecnologia k

⁶ Disponível em: <https://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/publicacao/index.html>.

$F e_{bij}^{n-CO_2}$	Fator de emissão associado ao consumo do combustível b, no setor i, no uso final j, utilizando a tecnologia k
C_{bi}	Consumo de combustível b no setor i
f_{bij}	Coefficiente de destinação de uso final do combustível b, consumido no setor i, para atender ao uso final j
g_{ijk}	Coefficiente de destinação da tecnologia, que representa a fração, no setor i, para o uso final j, que é atendida pela tecnologia k

Assim, como no caso das estimativas de emissões de CO₂, a fonte de dados para a variável consumo de combustível (C) foi o BEN.

Quanto aos coeficientes de destinação de uso final (f), foram utilizados aqueles apresentados pela última edição do Balanço de Energia Útil (BEU), publicado pelo MME em 2005⁷. O BEU apresenta estes coeficientes para os anos de 1983, 1993 e 2003 apenas. As seguintes simplificações foram realizadas para se obter valores para o restante do período entre 1970 e o último ano das estimativas:

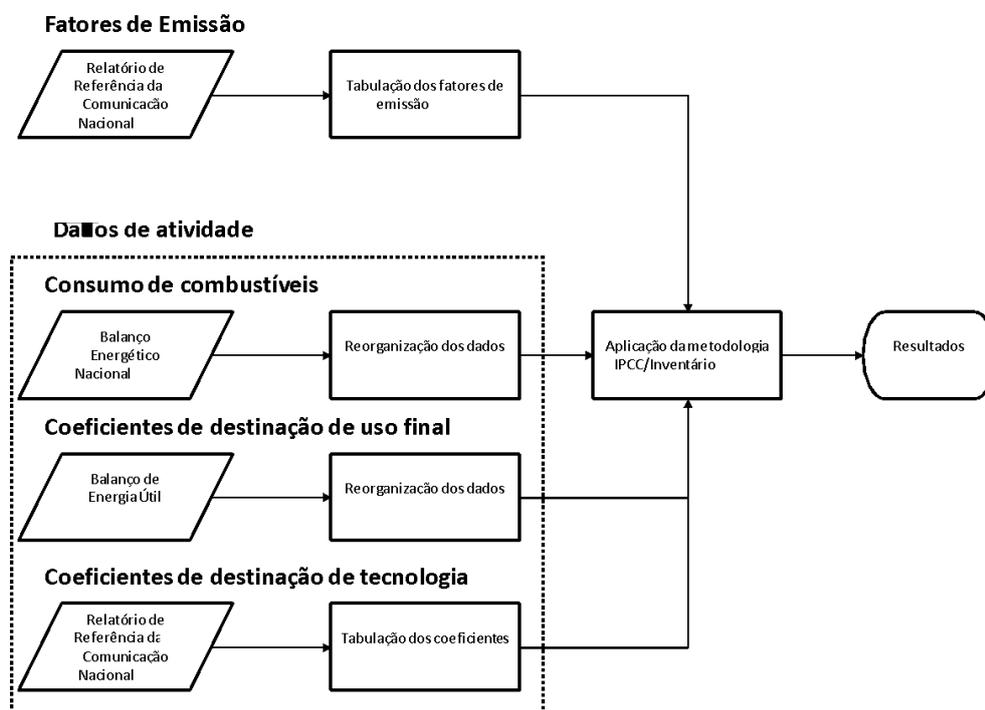
- Para os períodos de 1984 a 1992 e 1994 e 2002, os coeficientes foram obtidos a partir de interpolações lineares considerando-se os dados disponíveis para os anos de 1983, 1993 e 2003;
- Entre os anos de 1970 e 1982 assumiu-se para os coeficientes os mesmos valores que para o ano de 1983;
- Para o período compreendido entre 2004 e último ano das estimativas, assumiu-se para os coeficientes os mesmos valores que os utilizados para o ano de 2003.

Quanto aos coeficientes de destinação da tecnologia (g), a fonte de dados foi o documento “Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Setor Energia – Subsetor Queima de Combustíveis – Abordagem Setorial” (MCTI, 2020). Na indisponibilidade de informações atualizadas para o período de 2011 até o último ano das estimativas, assumiu-se que tanto os coeficientes de destinação de uso final quanto os de destinação de tecnologia não sofreram mudança, sendo utilizados os valores de 2004, no caso do uso, e 2010, no caso da tecnologia. Os fatores de emissão em kg_{gás}/TJ também foram obtidos do documento “Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Setor Energia – Subsetor Queima de Combustíveis – Abordagem Setorial” (MCTI, 2020).

Uma vez obtidos os dados de consumo de combustível e os coeficientes de destinação de uso final, e tabulados os fatores de emissão e os coeficientes de destinação da tecnologia (originados de arquivo PDF), as estimativas foram realizadas conforme sequência representada pela Figura 6.

⁷ Coeficientes disponíveis em planilhas eletrônicas em: <http://www.feng.pucrs.br/~eberson/13.03/CoeficientesdeDestinacao>

Figura 6: Sequência de tratamento dos dados utilizados nas estimativas de emissões de CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM



2.1.3. Emissões pela queima de combustíveis no transporte rodoviário

Uma vez que o BEN apresenta o consumo de energia no transporte rodoviário discriminado apenas conforme o tipo de combustível, ele não permite estimar as emissões por categorias de veículos se fossem utilizados apenas os métodos gerais apresentados nas seções 2.1.1 e 2.1.2. Além disso, a estimativa de emissões veiculares de CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM deve levar em conta especificidades bastante importantes, como a evolução tecnológica dos motores, o perfil de uso dos veículos segundo o tipo e a idade, e a deterioração das emissões ao longo do uso dos veículos.

Dada a importância apresentada pelo transporte rodoviário no conjunto das emissões, optou-se por utilizar os resultados apresentados no “Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano-Base 2012”, publicado pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA) em 2014.

Nesse Inventário foram estimadas as emissões atmosféricas por veículos automotores em todo o território nacional, desde 1980 até 2012. Entre outras, são estimadas as emissões

dos poluentes regulamentados pelo PROCONVE e pelo PROMOT – que incluem CO, NO_x, hidrocarbonetos não metano (NMHC) e aldeídos (RCHO)⁸ –, além dos GEE – CO₂, CH₄ e N₂O.

Por sua extensão e teor de detalhes, não serão descritos todos os procedimentos metodológicos deste Inventário, porém a metodologia utilizada está condizente com a metodologia Tier 2 do IPCC.

No entanto, pode-se destacar duas equações gerais utilizadas na metodologia do Inventário do MMA. Em primeiro, o cálculo do consumo de combustível, variável-chave para o cálculo das emissões de CO₂⁹. Para cada categoria de veículos da frota circulante, num determinado ano-calendário, o consumo de combustível é estimado a partir da seguinte equação:

$$C_i = Fr_i \times Iu_i \div Ql_i$$

Onde:

C_i	Consumo anual de combustível do veículo do tipo i (L/ano)
Fr_i	Frota em circulação no ano do veículo do tipo i (número de veículos)
Iu_i	Intensidade de uso do veículo do tipo i, expressa em termos de quilometragem anual percorrida (km/ano)
Ql_i	Quilometragem por litro de combustível do veículo do tipo i (km/L)

Vale ressaltar que o consumo de combustível estimado pelo Inventário é ajustado, para cada tipo de combustível, de acordo com os valores apresentados pelo BEN na categoria de consumo de combustíveis no transporte rodoviário, a partir da aplicação de fatores de correção anuais sobre a variável intensidade de uso. Dessa forma, a soma das emissões estimadas para cada tipo de veículo coincide com as emissões associadas ao consumo total de combustíveis no transporte rodoviário quando estas últimas são calculadas segundo a metodologia geral para estimativa de CO₂ pela queima de combustíveis descrita na seção 2.1.1.

Em segundo, para cada categoria de veículos da frota circulante, num determinado ano calendário, para cada poluente e ano modelo de veículo, as emissões de escapamento são estimadas a partir da seguinte equação:

⁸ Nesse trabalho, considerou-se que as emissões somadas de hidrocarbonetos não metano (NMHC) e aldeídos (RCHO) representam as emissões de compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM).

⁹ O Inventário publicado pelo MMA em 2014 utilizava fatores de emissão de CO₂ publicados nos relatórios de referência do 2º Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. As estimativas associadas ao transporte rodoviário apresentadas na atual versão do SEEG utilizam a metodologia apresentada em MMA, 2014, porém os fatores de emissão de CO₂ empregados foram aqueles apresentados no documento "Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Setor Energia – Subsetor Queima de Combustíveis – Abordagem Setorial" (MCTI, 2020).

$$E = C \times Iu \times Fe$$

Onde:

<i>E</i>	Taxa anual de emissão do poluente considerado (g/ano)
<i>Fe</i>	Fator de emissão do poluente considerado, expresso em termos da massa de poluentes emitida por km percorrido ($g_{\text{poluente}}/\text{km}$). É específico para o ano modelo de veículo considerado e depende do tipo de combustível utilizado.
<i>C</i>	Consumo de combustível pela frota circulante de veículos do ano modelo considerado (L).
<i>Iu</i>	Quilometragem por litro de combustível do veículo do tipo <i>i</i> (km/L)

2.1.4. Emissões pela queima de combustíveis no transporte aéreo

As estimativas de emissões de CO₂, CH₄ e N₂O pelo transporte aéreo foram efetuadas de acordo com a metodologia geral descrita na seção 2.1.1 e 2.1.2.

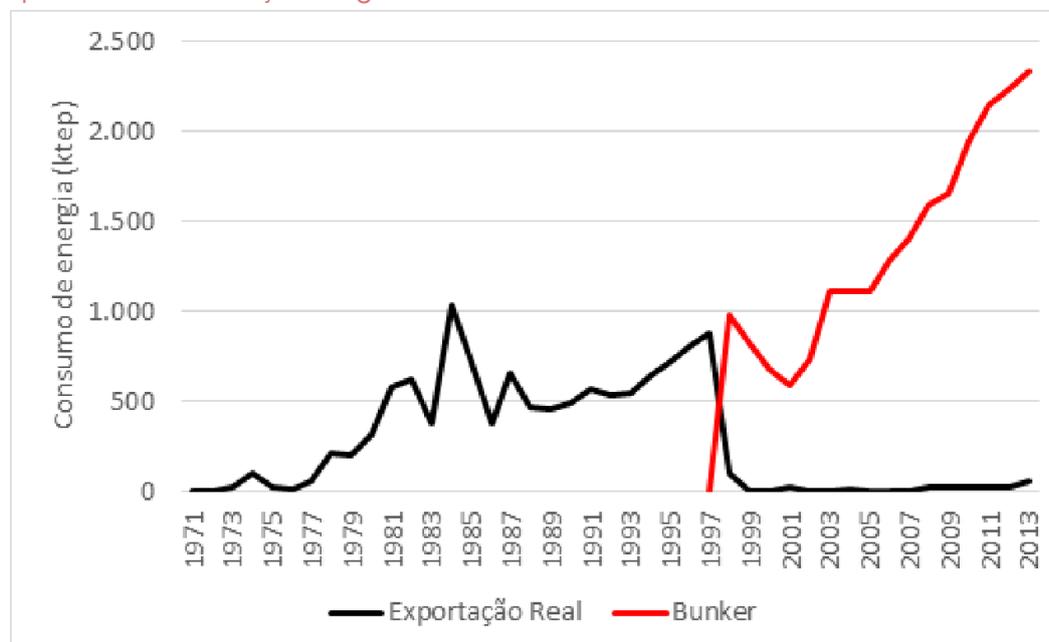
No entanto, o mesmo não foi feito para estimar as emissões de CO, NO_x e COVNM. Para essas, foram utilizados os dados do Relatório de Referência do Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Categoria Aviação Civil (MCTI, 2020). Tal Inventário compreende o período de 1990 a 2016, e chega a apresentar um nível de detalhe correspondente à abordagem Tier 3A do IPCC, para os gases CO, NO_x e COVNM. As emissões de 1970 a 1989 desses três gases foram calculadas a partir dos dados de consumo de combustível do BEN e de um fator de emissão implícito obtido através da associação do consumo de combustível contido no BEN para o ano de 1990 e a emissão correspondente ao mesmo ano para o respectivo gás. A utilização desse fator para os anos anteriores a 1990 resultaram nas emissões estimadas. De forma análoga, foram obtidas as emissões para os anos posteriores a 2016.

A partir da versão 2014 do SEEG, passaram a ser estimadas as emissões relacionadas ao consumo de combustível na aviação internacional (bunker). Nesse caso, o método acima exposto se mantém, porém, efetuando-se uma modificação quanto à série histórica de consumo internacional de querosene de aviação (QAv) apresentada nas matrizes detalhadas do BEN¹⁰, alterando os valores reportados como “exportação real” para “bunker” antes de 1998. A motivação para essa modificação pode ser melhor visualizada na Figura 7, a partir da qual julgou-se adequado realizar tal correção. Esta mostra o comportamento das séries históricas reportadas nas matrizes completas do BEN para o QAv “bunker”, que se inicia em 1998, e o decréscimo abrupto do QAv classificado como “exportação real”, também em 1998. Avaliamos que tal comportamento seria improvável e, portanto, para os anos anteriores a 1998, no BEN, supomos que o consumo de querosene de aviação como bunker foi classificado como “exportação real”, e que neste período a exportação real do combustível poderia ser considerada desprezível. Feito isto, a

¹⁰ Disponível em: https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/consultas/visor_reportes_be.aspx?or=520&ss=2&v=1.

estimativa de emissões foi realizada utilizando-se a mesma equação referente aos demais cálculos de emissões pelo transporte aéreo exposta acima.

Figura 7 – Comparação das séries históricas entre Exportação Real e Bunker para querosene de aviação, segundo as matrizes 49x47 do BEN



2.1.5. Emissões fugitivas de CH₄ na extração de carvão mineral

Aplicou-se a metodologia utilizada no 4º Inventário Brasileiro, publicado pelo MCTI¹¹, para estimar as emissões de CH₄ associadas à mineração do carvão, conforme a seguinte equação:

$$E_{CH_4} = \sum_m \sum_u (P_{m,u} \times Fe_m)$$

Onde:

E_{CH_4}	Emissão anual de CH ₄ (toneladas/ano)
$P_{m,u}$	Produção de carvão ROM na unidade da federação u, e perfil de mina de carvão m (toneladas)
Fe_m	Fator de emissão de CH ₄ por tonelada de carvão produzido, por tipo de mina de carvão m (toneladas de CH ₄ /toneladas de carvão)

Os dados de produção anual de Carvão ROM para o período entre 1980 e 1989 podem ser obtidos da Associação Brasileira de Carvão Mineral (ABCM). Para os anos entre 1990 e 2016, os dados são reportados no relatório de referência do 4º Inventário Brasileiro. Os

¹¹ "Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Mineração e Manejo do Carvão Mineral".

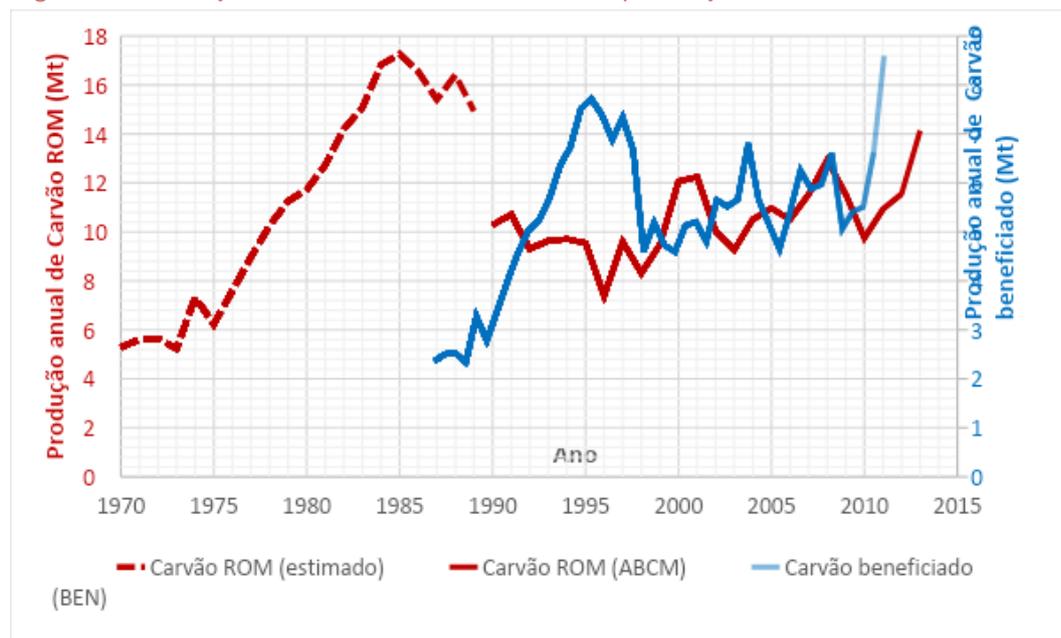
dados entre 2017 e o último ano das estimativas podem ser obtidos diretamente do site da ABCM, como mostra a tabela

Tabela 1: Produção de carvão ROM (mil toneladas) por unidade da federação

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PR	315,1	272,5	268,0	340,0	209,7	207,2	390,2	301,6	152,5	121,8	283,8
SC	6.053,1	7.615,1	6.940,1	6.316,8	5.986,1	6.352,6	6.467,3	5.518,8	5.614,3	5.992,8	6.152,4
RS	4.432,3	6.109,8	6.335,2	6.259,7	4.840,6	3.620,0	3.626,3	3.613,5	3.391,6	5.956,3	5.092,7

Para estimar a produção anual de carvão ROM referente aos anos 1970 a 1979, utilizaram-se esses dados da ABCM e os valores da produção de carvão beneficiado encontrados no BEN, assumindo mantida constante a razão entre a produção de carvão ROM e carvão beneficiado no ano 1980. A Figura 8 ilustra as séries históricas de produção de carvão ROM – reportada pela ABCM e estimada neste trabalho –, bem como a série histórica de produção de carvão beneficiado reportada no BEN.

Figura 8: Produção nacional de carvão ROM e produção nacional de carvão beneficiado



Para atualização das emissões, assumiu-se que o perfil da produção das minas de carvão por unidade da federação se manteve inalterado a partir de 2016, último ano com informações disponíveis no documento “Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Mineração e Manejo do Carvão Mineral” (MCTI, 2020). A Tabela 2 mostra os valores adotados.

Tabela 2: Perfil da produção das minas de carvão, por unidade da federação em 2016

UF \ Tipo de mina	Minas Subterrâneas (SS)	Minas a Céu Aberto (CA)
Paraná	100%	0%
Santa Catarina	97%	3%
Rio Grande do Sul	0%	100%

Os fatores de emissão de CH₄ também foram obtidos do 4º Inventário Brasileiro, publicado pelo MCTI, sendo: 10,90 m³ de CH₄ por tonelada de carvão para minas subterrâneas e 1,30 m³ de CH₄ por tonelada de carvão para minas a céu aberto. A densidade adotada para o metano foi de 670 g/m³.

2.1.6. Emissões fugitivas na indústria de petróleo e gás natural

Para os anos de 1990 a 2016, as emissões fugitivas na indústria de petróleo e gás natural foram retiradas diretamente do 4º Inventário Brasileiro¹². Já para estimar emissões fugitivas de petróleo e gás natural referentes a anos anteriores a 1990 e posteriores a 2016, foram utilizados fatores implícitos, pois a metodologia adotada no 4º Inventário demanda dados de atividade que não estão atualmente disponíveis de forma pública. Esses fatores foram calculados relacionando as emissões de 1990 ou 2016 (primeiro e último ano com emissões disponíveis) pelas respectivas taxas de atividade mais representativas da indústria de petróleo e gás natural: (a) produção de petróleo e LGN em ktep para emissões relacionadas a exploração e produção; (b) refino de petróleo, LGN, óleo de xisto e outras não renováveis em ktep para emissões relacionadas ao refino de petróleo ou processamento de gás natural; e (c) participação das emissões de transporte em relação ao total emitido nas atividades de produção e refino.

¹² “Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Categoria Petróleo e Gás Natural” (MCTI, 2020).

2.2. Alocação de emissões por Unidades da Federação

Como uma das inovações em relação à primeira versão do SEEG, este trabalho buscou distribuir as emissões estimadas a nível nacional entre as unidades da federação. Foi obtida uma primeira aproximação para as emissões por UF, considerando-se os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional. Algumas hipóteses simplificadoras também foram assumidas, mas ainda assim uma parcela significativa das emissões nacionais não pôde ser alocada por falta de informações confiáveis. Não se tratou, portanto, de um esforço de inventariar as emissões a partir de informações oficiais de cada UF, de modo que a comparação entre os resultados gerados por esta metodologia e os resultados de inventários oficiais das UFs deve ser feita com muita cautela. No entanto, como muitas UFs ainda não dispõem de inventários, o SEEG pode trazer informações valiosas, tanto pelos resultados que puderam ser gerados quanto pelas dificuldades metodológicas e lacunas de dados que o procedimento de alocação de emissões por UF apontou. Para as estimativas de emissões fugitivas na extração de carvão mineral a nível nacional, a metodologia empregada já parte das emissões por UF. Os dados para a estimativa das emissões nacionais provêm de valores de produção e fatores de emissão já desagregados conforme as UFs, segundo exposto nos itens 2.1.5. Para a alocação das emissões pela queima de combustíveis e das emissões fugitivas na indústria de petróleo e gás, foi utilizada a equação abaixo:

$$e_{g,s,c,e,i} = f_{s,c,e,i} \times E_{g,s,c,i}$$

Sendo:

$e_{g,s,c,e,i}$	Emissão referente ao gás g no setor s do combustível c no Estado e no ano i (kg _{gás})
$f_{s,c,e,i}$	Fator de alocação do combustível c no setor s no Estado e no ano i (%)
$E_{g,s,c,i}$	Emissão nacional do gás g no setor s do combustível c no ano i (kg _{gás})

Em geral, para as emissões por queima de combustíveis, o fator de alocação é a razão entre o consumo de um determinado combustível nas UFs e o consumo do mesmo em âmbito nacional. Tais consumos foram obtidos ou estimados através de diversas fontes a depender do combustível, do setor e do ano considerados, conforme a Tabela 3¹³. Apenas para o caso da Produção de combustíveis, foram tomados outros dados de atividade como referência para a distribuição das emissões: (i) a carga processada em refinarias¹⁴ e (ii) a produção anual de petróleo e gás natural¹⁵. Estas duas variáveis foram usadas também para alocar as emissões fugitivas associadas à indústria de petróleo e gás natural.

¹³ Na tabela as siglas OEP, ONR e OR se referem a Outros Energéticos de Petróleo, Outras Não Renováveis e Outras Renováveis, respectivamente.

¹⁴ Informações disponíveis nos Dados Estatísticos Mensais publicados pela ANP: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>.

¹⁵ Informações disponíveis nos Anuários Estatísticos da ANP.

Tabela 3: Alocação de emissões por UF: fontes de informação

Tipo de Emissão	Fonte energética	Setor	Subsetor	1970 e 1971	1972 a 1979	1980	1981	1982 a 1989	1990	1991 a 1997	1998	1999	2000	2001 a 2004	2005	2006	2007 a 2012	2013 a 2022	
Emissões pela Queima de Combustíveis	Alcatrão	(Todos)	(Todos)																
	Álcool Hidratado	Transportes	Rodoviário											MVE/ANP					
	Bagaço de Cana, Biogás e Biomassa	(Todos)	(Todos)												MVE/ANP				
	Carvão Metalúrgico e Carvão Vapor	Geração de Eletricidade (CESP)	-																
		(Demais setores)	(Demais setores)																
	Carvão Vegetal	(Todos)	(Todos)																
	Coque de Carvão Mineral	(Todos)	(Todos)																
	Coque de Petróleo	(Todos)	(Todos)															MVE/ANP	
	Gás Canalizado (SP e RJ)	(Todos)	(Todos)																
	Gás de Coqueria	(Todos)	(Todos)																
		Produção de Combustíveis	Refino de petróleo																ANP (carga processada nos refinários)
		Industrial	Química																ANP (carga processada nos refinários)
		(Demais setores)	(Demais setores)																
	Gás Industrial	Industrial	(Todos)																
		Geração de Eletricidade (CESP)	-																MVE/ANP
		Produção de Combustíveis	Exploração de petróleo																ANP Consumido gás natural (SP)
		Comercial	-																ABEGÁS
		Pública	-																ABEGÁS
		Residencial	-																ABEGÁS
		Transportes	Rodoviário																ABEGÁS
		Industrial	(Todos)																ABEGÁS/Patusco
		(Demais setores)	(Demais setores)																
	Gasolina Automotiva	Transportes	Rodoviário																MVE/ANP
	Gasolina C	Transportes	Rodoviário																MVE/ANP
	Gasolina de Aviação	Transportes	Aérea																MVE/ANP
		Industrial	(Todos)																MVE/ANP
	GLP	Produção de Combustíveis	Refino de petróleo																
		(Demais setores)	(Demais setores)																MVE/ANP
	Lenha e Lixívia	(Todos)	(Todos)																
	Lubrificantes e Nafta	(Todos)	(Todos)																
	Industrial	(Todos)																MVE/ANP	
	Produção de Combustíveis	Refino de petróleo																ANP (carga processada nos refinários)	
	Transportes	Hidroviário																	
	(Demais setores)	(Demais setores)																MVE/ANP	
	Industrial	(Todos)																MVE/ANP	
Óleo Diesel	Produção de Combustíveis	Exploração de petróleo																ANP (produção anual de petróleo e gás natural)	
	(Demais setores)	(Demais setores)																MVE/ANP	
OEP, ONR e OR	(Todos)	(Todos)																	
Querosene de Aviação	Transportes	Aérea																MVE/ANP	
Querosene Iluminante	(Todos)	(Todos)																	
Petróleo e Gás Natural	Produção de Combustíveis	Exploração de Petróleo e Gás Natural																ANP (produção anual de petróleo e gás natural)	
Petróleo	Produção de Combustíveis	Refino de Petróleo																ANP (carga processada nos refinários)	
Emissões Fugitivas	Gás Natural	Produção de Combustíveis	Transporte de Gás Natural																
	Carvão Mineral	Produção de Combustíveis	Produção de Carvão Mineral															MCTI/ABCM	

OEP: Outras Energéticas de Petróleo
 ONR: Outras Não Renováveis
 OR: Outras Renováveis

Na Tabela 3 as fontes de informação listadas como MME/ANP correspondem ao agrupamento de três fontes distintas de dados:

- Conjunto de planilhas contendo dados de vendas estaduais de combustíveis disponibilizadas pelo MME em sua plataforma SIE¹⁶, na seção “Estados – Vendas de Derivados de Petróleo pelas Distribuidoras”
- Conjunto de planilhas disponibilizadas pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) mediante solicitação do IEMA;
- Nota Técnica COBEN (MME, 1988): a harmonização entre os setores de consumo apresentados nos dados estaduais e disponíveis BEN foi realizada conforme exposto neste documento¹⁷.

A fonte de informação listada como ABEGÁS na Tabela 3 corresponde a dados de consumo de gás natural seco publicados no site¹⁸ da Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado. A fonte de informação listada como ABEGÁS/Patusco corresponde a dados de consumo da ABEGÁS e da base de dados elaborada para a publicação Energia e desenvolvimento (Patusco, J. A. M).

¹⁶ Disponível em:

<https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/consultas/reporte-dato42-jerarquizado.aspx?oc=30108&or=30109&ss=1&v=1>.

¹⁷ Alguns fatores de correspondência entre os setores de consumo foram atualizados conforme sugestões do MME, via comunicação pessoal.

¹⁸ Disponível em: <https://www.abegas.org.br/estatisticas-de-consumo>.

3. Diferenças entre as versões do SEEG

3.1 Diferenças do SEEG 2014 em relação ao SEEG 2013

Em relação ao escopo, a série histórica de emissões estimadas foi expandida para o período compreendido entre 1970 e 2013, diferindo do SEEG 2013 que se restringia ao período de 1990 a 2012. Além disso, quando possível, as emissões foram alocadas nas UFs, obtendo-se uma primeira aproximação para as emissões por UF. Vale lembrar que foram considerados apenas os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional e que algumas hipóteses simplificadoras foram assumidas¹⁹.

Destacam-se as seguintes diferenças metodológicas e de dados de entrada em relação ao SEEG 2013, em linha com as modificações realizadas nos relatórios de referência do 3º Inventário Brasileiro (MCTI, 2014):

- Foram removidas do Setor de Energia as emissões decorrentes da utilização dos seguintes combustíveis como agente reductor, nas indústrias de ferro gusa e aço, ferroligas, metais não ferrosos e outros da metalurgia: coque de carvão mineral, coque de petróleo, carvão vapor 6000, carvão vapor 5900 e carvão vegetal. Essas emissões passaram a ser contabilizadas em Processos Industriais e Uso de Produtos;
- Foram removidas do Setor de Energia as emissões consequentes do Consumo Final Não-Energético, por não se tratar de queima de combustível. Essas emissões passaram a ser contabilizadas em Processos Industriais e Uso de Produtos;
- Foram removidas do Setor de Energia as emissões do consumo de “gás industrial” por este se tratar de um aproveitamento energético que não é queima de combustível;
- O cálculo de emissões de CO₂ foi alterado, passando a ser efetuado diretamente com fatores de emissão na unidade kgCO₂/TJ;
- Alguns fatores de emissão, tanto de CO₂ quanto dos demais gases, sofreram modificações.

Ademais, foram feitas as seguintes alterações:

¹⁹ Não se tratou, portanto, de um esforço de inventariar as emissões a partir de informações oficiais de cada UF, de modo que a comparação entre os resultados gerados por esta metodologia e os resultados de inventários oficiais das UFs deve ser feita com muita cautela.

- Foram calculadas as emissões referentes ao transporte internacional (bunker), aéreo e marítimo, diferentemente do SEEG 2013 no qual as mesmas não eram estimadas;
- Foram modificados os métodos e dados empregados para as estimativas de emissões de CH₄, N₂O, CO, NO_x e COVNM do transporte aéreo, o qual passou a tomar como base o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil (ANAC, 2014);
- As emissões da geração de energia elétrica nas centrais elétricas autoprodutoras passaram a ser detalhadas nos setores de consumo;
- Dentro do nível Produção de Combustíveis, anteriormente chamado de Setor Energético, houve desagregação em níveis mais detalhados (exemplos: refino de petróleo, produção de álcool etc.);
- Os valores de consumo final energético reportados para as fontes carvão metalúrgico nacional e importado em versões anteriores do BEN passaram a ser reportados, na última versão do BEN (2014), como carvão vapor 6000. Em decorrência disso, as emissões associadas ao carvão metalúrgico também foram reclassificadas.

3.2 Diferenças do SEEG 2015 em relação ao SEEG 2014

Em relação ao SEEG 2014, esta versão não sofreu alterações no que diz respeito ao seu escopo temporal ou detalhamento espacial. Destacam-se as seguintes diferenças metodológicas entre as duas versões:

- Foram removidas do Setor de Energia as emissões decorrentes da utilização de outros energéticos de petróleo na indústria de metais não ferrosos e outros da metalurgia entre 1970 e 1984, uma vez que elas se referem ao consumo de coque de petróleo como agente redutor e, portanto, devem ser contabilizadas apenas em Processos Industriais e Uso de Produtos;
- As emissões do transporte rodoviário foram recalculadas para todos os anos aplicando-se a metodologia do **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013, Ano-base 2012 (MMA, 2014)**, porém, utilizando-se os fatores de emissão de CO₂ apresentados no relatório **Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Bottom-Up - Relatório de Referência - Anexo metodológico** (MCTI, 2014);
- A alocação nas UFs das emissões decorrentes do consumo de gás natural seco entre 2007 e 2014 nos setores comercial, público, residencial e transportes (rodoviário) foi feita a partir de fatores elaborados por meio de informações levantadas na página da ABEGÁS (Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado);

- A alocação nas UFs das emissões decorrentes do consumo de gás natural seco entre 2007 e 2014 na indústria foi feita a partir de fatores elaborados por meio de informações levantadas junto à base de dados elaborada para a publicação **Energia e desenvolvimento (Patusco, J. A. M)**;

4. Qualidade dos dados

Dada a complexidade dos cálculos necessários para consolidar o Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa – SEEG – e devido à opção de usar apenas dados disponíveis de forma pública e gratuita, considerou-se necessário divulgar uma avaliação da qualidade dos dados. Assim, qualquer usuário ou leitor pode aferir a confiabilidade de cada cálculo e eventualmente contribuir para aumentar a robustez dos dados.

São três avaliações de qualidade dos dados: (A) qualidade das estimativas nacionais no ano mais recente (2023); (B) qualidade da alocação dos dados por estados e (C) qualidade das estimativas no período histórico (1970 a 2023). As seguintes legendas foram utilizadas:

Legenda para Análise de Qualidade das **ESTIMATIVAS NACIONAIS 1990-20**.

Aspecto	Valores
TIER	1 Tier 1 do IPCC - fatores globais
	2 Tier 2 do IPCC - fatores nacionais ou regionais
	3 Tier 3 do IPCC - fatores específicos por planta
EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE	1 dados existentes para cálculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, mesmo que não seja público). Dados que só existem nas empresas ou agentes econômicos específicos não serão considerados.
	2 dados incompletos
	3 dados não existentes
DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE	1 dados disponíveis de forma pública e gratuita
	2 dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico específico, ou disponível apenas mediante solicitação específica)
	3 dados não disponíveis
FATORES DE EMISSÃO	1 fator explícito, com referência
	2 fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7
	3 fator implícito com correlação R2 menor que 0,7
NECESSIDADE DE APRIMORAMENTO	1 sem necessidade de aprimoramento
	2 necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo
	3 necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para cálculo
QUALIDADE GERAL DO DADO	1 dado confiável, capaz de reproduzir 2o inventário
	2 dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas
	3 dado pouco confiável ou de difícil avaliação

Legenda para Análise de Qualidade da **ALOCÇÃO DE EMISSÕES POR ESTADOS**

Aspecto	Valores
OCORRÊNCIA DE ALOCAÇÃO	1 Alocção possível de toda emissão nacional nos estados (não fica resíduo/montante não alocado)
	2 Alocção parcialmente possível. Parte das emissões nacionais não foi alocada.
	3 Alocção para os estados não foi possível
CRITÉRIO DE ALOCAÇÃO	1 Critério de alocção está diretamente relacionado com os fatores de emissão
	2 Critério de alocção usa fatores indiretos com alta correlação com os fatores diretos.
	3 Critério de alocção usa fatores indiretos com baixa correlação com fatores diretos
EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE	1 dados existentes para cálculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, mesmo que não seja público). Dados que só existem nas empresas ou agentes econômicos específicos não serão considerados.
	2 dados incompletos
	3 dados não existentes
DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE	1 dados disponíveis de forma pública e gratuita
	2 dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico específico, ou disponível apenas mediante solicitação específica)
	3 dados não disponíveis
FATORES DE EMISSÃO	1 fator explícito, com referência
	2 fator implícito com correlação R2 maior ou igual a 0,7
	3 fator implícito com correlação R2 menor que 0,7
NECESSIDADE DE APRIMORAMENTO	1 sem necessidade de aprimoramento
	2 necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo
	3 necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para cálculo
QUALIDADE GERAL DA ALOCAÇÃO	1 dado confiável, capaz de reproduzir 2o inventário
	2 dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas
	3 dado pouco confiável ou de difícil avaliação

Legenda para Análise de Qualidade da **Estimativas do Período Pré-Inventário de Emissões 1970-1989**

Aspecto	Valores
QUALIDADE RELATIVA DO DADO HISTÓRICO	1 Dado de atividade existente/disponível para o respectivo ano e fator de emissão adequado para época
	2 Dados de atividades estimados pelo projeto ou correlação com outros dados [e/ou] fatores de emissão inadequados para época
	3 Dados de atividades estimados e fatores de emissão inadequados

Tabela 4: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais em 2023

Setor / Sub-Sector / Categorias	Tier			Nível de Atividade		Fator de Emissão	Necessidade de Aprimoramento	Qualidade Geral do Dado	% do total das Emissões	Emissões (ton GWP)	Proporção com Boa Qualidade (1)	Proporção com Boa Qualidade (1 e 2)
	3º inventário	4º inventário	SEEG	Existência do Dado	Disponibilidade do Dado							
ENERGIA									18,11%	435.553.209	95,4%	95,4%
Emissões pela Queima de Combustíveis												
Agropecuário	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,94%	22.583.134	5,2%	5,2%
Comercial	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,11%	2.582.415	0,6%	0,6%
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,82%	19.619.547	4,5%	4,5%
Industrial	ND	3	3	3	3	3	3	3	2,83%	67.987.813	15,6%	15,6%
Produção de Combustíveis	ND	3	3	3	3	3	3	3	1,41%	33.923.593	7,8%	7,8%
Público	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,04%	858.153	0,2%	0,2%
Residencial	ND	3	3	3	3	3	3	3	1,13%	27.086.886	6,2%	6,2%
Transportes												
Aéreo	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,68%	16.320.556	3,7%	3,7%
Ferrovário	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,14%	3.438.554	0,8%	0,8%
Hidroviário	ND	3	3	3	3	3	3	3	0,54%	12.910.149	3,0%	3,0%
Rodoviário	3	ND	3	3	3	3	3	3	8,60%	206.788.458	47,5%	47,5%
Emissões fugitivas												
Extração de carvão mineral: CH ₄	ND	1	1	3	3	3	3	3	0,1%	1.312.193	0,3%	0,3%
Industrial de petróleo e gás natural	ND	ND	ND	3	3	3	3	3	0,8%	20.141.757	0,0%	0,0%

Tabela 5: Quadro de Qualidade das estimativas nacionais entre 1970 e 2023

Setor/ Sub-Sector / Categorias	1970-1989	1990-2016	2017-2023	Qualidade Geral do Dado	% do total das Emissões	Emissões (ton GWP) em todo período	Proporção com Boa Qualidade (1)	Proporção com Boa Qualidade (1 e 2)
ENERGIA					37%	15.571.776.267	96,2%	96,2%
Emissões pela Queima de Combustíveis								
Agropecuário	1	1	1	1	1,778%	747.971.278	4,80%	4,80%
Comercial	1	1	1	1	0,225%	94.739.308	0,61%	0,61%
Geração de Eletricidade (Serviço Público)	1	1	1	1	2,396%	1.007.756.382	6,47%	6,47%
Industrial	1	1	1	1	7,043%	2.962.823.927	19,03%	19,03%
Produção de Combustíveis	1	1	1	1	2,811%	1.182.352.704	7,59%	7,59%
Público	1	1	1	1	0,141%	59.143.469	0,38%	0,38%
Residencial	1	1	1	1	3,381%	1.422.460.262	9,13%	9,13%
Transportes								
Aéreo	1	1	1	1	1,347%	566.786.945	3,64%	3,64%
Ferroviário	1	1	1	1	0,306%	128.825.048	0,83%	0,83%
Hidroviário	1	1	1	1	1,316%	553.545.476	3,55%	3,55%
Rodoviário	1	1	1	1	14,647%	6.161.466.004	39,57%	39,57%
Emissões fugitivas								
Extração de carvão mineral: CH4	2	1	1	1	0,234%	98.377.498	0,63%	0,63%
Industrial de petróleo e gás natural	3	1	3	3	1,392%	585.527.964	0,00%	0,00%

Tabela 6: Quadro de Qualidade dos Dados de Alocação nas UFs em 2023

Setor/ Sub-Sector / Categorias	Ocorrência de alocação	Critério de Alocação	Nível de Atividade		Necessidade de Aprimoramento	Qualidade Geral da Alocação	% do total das Emissões	Emissões (ton GWP)	Proporção com Boa Qualidade (1)	Proporção com Boa Qualidade (1 e 2)
			Existência do Dado	Disponibilidade do Dado						
ENERGIA							18%	426.940.769	0,3%	81,8%
Emissões pela queima de combustíveis										
Alcatrão	3	n/a	2	3	2	n/a	0,01%	305.252	0,00%	0,00%
Álcool anidro	2	2	2	2	2	2	0,04%	872.804	0,00%	0,00%
Álcool hidratado	2	2	2	2	2	2	0,03%	830.629	0,00%	0,19%
Bagaço de Cana	3	n/a	2	3	2	n/a	0,13%	3.154.093	0,00%	0,00%
Biodiesel	2	2	2	2	2	2	0,01%	282.265	0,00%	0,00%
Biogás	3	n/a	2	3	2	n/a	0,00%	1.049	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3100	2	3	2	3	2	3	0,00%	5.483	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3300	2	3	2	3	2	3	0,00%	18.581	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3700	3	n/a	2	3	2	n/a	0,00%	12.863	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4200	2	3	2	3	2	3	0,03%	610.656	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4500	2	3	2	3	2	3	0,00%	84.005	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4700	2	3	2	3	2	3	0,02%	408.169	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 5200	2	3	2	3	2	3	0,01%	318.499	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 5900	2	3	2	3	2	3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 6000	2	3	2	3	2	3	0,17%	3.986.664	0,00%	0,00%
Carvão Vapor Sem Especificação	2	3	2	3	2	3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Carvão Vegetal	3	n/a	2	3	2	n/a	0,01%	181.205	0,00%	0,00%
Coque de Carvão Mineral	3	n/a	2	3	2	n/a	0,02%	508.154	0,00%	0,00%
Coque de petróleo	2	2	2	2	2	2	0,57%	13.720.777	0,00%	3,21%
Diesel de petróleo	2	2	2	2	2	2	6,67%	159.937.607	0,00%	37,46%
Gás Canalizado RJ	2	2	2	2	2	2	0,00%	-	0,00%	0,00%
Gás Canalizado SP	2	2	2	2	2	2	0,00%	-	0,00%	0,00%
Gás de Coqueria	3	3	2	3	2	n/a	0,13%	3.029.097	0,00%	0,00%
Gás de Refinaria	2	3	2	3	2	3	0,39%	9.444.026	0,00%	0,00%
Gás Natural Seco	2	2	2	2	2	2	1,74%	41.668.644	0,00%	9,76%
Gás Natural Úmido	2	2	2	2	2	3	0,56%	13.348.628	0,00%	0,00%
Gasolina Automotiva	2	2	2	2	2	2	3,23%	77.351.523	0,00%	18,12%
Gasolina de aviação	2	2	2	2	2	2	0,00%	95.816	0,00%	0,02%
GLP	2	2	2	2	2	2	0,91%	21.888.265	0,00%	5,13%
Lenha	3	n/a	2	3	2	n/a	0,44%	10.647.665	0,00%	0,00%
Lenha Carvoejamento	3	n/a	2	3	2	n/a	0,03%	634.245	0,00%	0,00%
Lixívia	3	n/a	2	3	2	n/a	0,01%	212.987	0,00%	0,00%
Nafta	3	n/a	2	3	2	n/a	0,00%	-	0,00%	0,00%
Óleo combustível	2	2	2	2	2	2	0,67%	16.143.341	0,00%	3,78%
Outras biomassas	3	n/a	2	3	2	n/a	0,01%	124.137	0,00%	0,00%
Outras Não Renováveis	3	n/a	2	3	2	n/a	0,22%	5.390.791	0,00%	0,00%
Outros Energéticos de Petróleo	3	n/a	2	3	2	n/a	0,17%	4.027.883	0,00%	0,00%
Querosene de aviação	2	2	2	2	2	2	0,68%	16.224.739	0,00%	3,80%
Querosene Iluminante	3	n/a	2	3	2	n/a	0,00%	16.275	0,00%	0,00%
Emissões fugitivas										
Extração de carvão mineral: CH4	2	2	2	2	2	2	0,05%	1.312.193	0,31%	0,31%
Industrial de petróleo e gás natural	2	3	2	3	3	3	0,84%	20.141.757	0,00%	0,00%

As tabelas aqui apresentadas podem ser melhor visualizadas em suas versões em planilha Excel, disponibilizadas na plataforma web do SEEG, possuindo comentários explicando as razões para classificações (2) e (3) de cada dado.

5. Resultados

Tabela 7: Emissões nacionais de CO₂e (GWP) por atividade (tCO₂e/ano)

Recorte	Categoria emissora	Sub-categoria emissora	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Emissões fugitivas	Produção de combustíveis	Exploração de petróleo e gás natural	633.881	718.949	2.528.309	4.916.376	9.918.006	9.627.015	7.149.278	7.648.354	7.356.721
		Produção de carvão mineral e outros	1.276.828	2.834.872	1.454.577	1.326.654	1.457.796	1.188.641	1.483.294	1.226.571	1.312.193
		Refino de petróleo	2.044.625	4.431.920	4.860.905	6.652.738	6.848.143	7.549.844	11.283.229	11.358.112	12.785.037
		Transporte de petróleo e gás natural	18.827	26.836	66.545	122.010	216.352	220.991	416.404	291.504	188.492
Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária	Agropecuária	3.213.781	8.622.264	10.931.255	14.789.794	15.770.061	18.192.805	19.291.715	20.535.648	22.583.134
	Comercial	Comercial	688.386	1.292.000	2.214.023	2.330.378	2.127.626	1.687.060	1.999.527	1.644.175	2.582.415
	Geração de eletricidade (serviço público)	Geração de eletricidade (serviço público)	4.483.609	5.424.909	6.263.788	19.131.144	20.995.294	26.691.166	65.626.520	33.178.715	19.619.547
	Industrial	Alimentos e bebidas	2.629.205	5.771.018	3.843.171	5.359.983	5.381.725	6.300.430	6.064.012	5.909.899	5.953.658
		Cerâmica	1.127.410	3.357.267	1.848.099	3.533.012	3.964.890	5.212.161	5.358.901	4.166.319	3.938.478
		Cimento	3.907.938	7.900.197	5.954.259	10.448.273	9.218.778	14.738.317	14.728.878	13.601.660	14.413.408
		Ferro gusa e aço	2.896.987	5.390.640	4.674.257	5.070.480	5.846.808	6.427.400	6.232.119	7.446.238	7.621.000
		Ferro ligas		78.089	63.010	42.167	237.075	109.005	122.161	215.567	255.245
		Mineração e pelotização	723.126	3.190.646	2.458.526	5.555.706	6.917.118	7.602.709	7.792.362	3.787.932	4.238.441
		Não ferrosos e outros da metalurgia	505.132	2.228.700	1.381.353	4.265.544	5.414.098	8.555.448	8.996.088	7.089.843	7.557.591
		Outras indústrias	2.679.907	8.868.776	4.086.642	7.107.396	6.308.324	7.608.604	7.347.547	4.284.867	6.092.980
		Papel e celulose	1.601.541	4.129.516	2.698.168	4.949.194	4.794.423	4.719.403	4.846.454	4.963.469	4.950.889
		Química	3.053.168	10.072.958	8.986.889	16.009.223	16.880.310	15.204.367	15.466.249	12.288.913	12.527.724
	Têxtil	1.232.425	2.282.934	1.638.946	1.331.557	1.194.027	1.067.294	723.842	535.995	438.398	
Produção de combustíveis	Exploração de petróleo e gás natural	413.517	978.509	2.041.764	4.281.364	6.163.309	11.633.313	15.562.050	15.713.457	16.920.178	
	Produção de álcool	8.370	166.449	533.500	466.421	698.530	1.170.224	1.403.606	1.524.092	1.432.920	
	Produção de carvão mineral e outros	204.392	313.232	635.206	587.752	583.537	1.478.948	351.816	326.880	306.734	
	Produção de carvão vegetal	277.933	730.391	1.016.631	738.550	968.334	687.037	621.246	599.277	634.245	
	Refino de petróleo	3.822.898	9.419.538	11.995.520	14.242.122	17.003.736	16.568.241	18.576.620	15.183.826	13.606.023	
	Transporte de petróleo e gás natural							1.818.559	2.644.557	1.023.492	
Público	Público	303.032	803.735	517.941	2.130.711	1.762.524	1.234.759	911.743	852.208	858.153	
Residencial	Residencial	28.078.047	26.683.135	23.745.555	25.268.891	25.684.099	26.205.574	25.845.024	27.703.844	27.086.886	
Transportes	Aéreo	2.517.031	5.632.577	7.397.934	11.650.661	11.208.730	15.680.536	18.396.909	8.895.498	16.320.556	
	Ferroviário	1.514.434	2.117.013	1.810.967	1.381.265	2.822.412	3.245.397	3.112.508	3.256.074	3.438.554	
	Hidroviário	2.752.578	6.865.439	5.286.546	12.328.229	14.668.731	17.314.991	16.940.344	15.716.519	12.910.149	
	Rodoviário	34.797.429	63.102.275	73.976.632	115.269.555	127.297.525	155.669.304	186.224.698	172.735.018	206.788.458	

Tabela 8: Emissões nacionais de CO₂e (GWP) por fonte energética (tCO₂e/ano)

Produto ou sistema	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Alcatrão	61.150	75.710	198.010	195.098	485.631	715.717	340.138	169.462	361.442	350.418	291.109	305.252
Álcool anidro	22.197	19.650	277.567	274.616	158.511	336.020	549.700	699.869	560.268	765.601	667.315	872.804
Álcool hidratado			26.119	400.849	697.828	631.845	339.858	291.553	711.410	819.818	896.848	830.629
Bagaço de cana	257.565	305.689	558.478	963.036	927.626	1.182.852	1.122.933	1.803.776	2.716.315	2.754.509	3.076.976	3.154.093
Biogás								21	31	214	709	1.049
Biodiesel								22	64.542	118.959	224.533	282.265
Carvão vegetal	164.435	240.040	355.631	563.680	364.547	260.040	229.048	277.110	230.901	232.224	201.452	181.205
Coque de carvão mineral	43.532			9.328	444.650		3.109	550.307	467.229	584.871	360.953	508.154
Coque de petróleo					167.812	636.109	10.487.555	11.299.189	18.408.141	18.246.662	15.116.281	13.720.777
Diesel de petróleo	17.765.747	32.451.825	50.994.090	55.168.759	68.241.076	82.309.338	99.459.249	110.451.657	132.838.532	149.992.079	141.485.616	159.937.607
Gás canalizado RJ	369.852	362.940	381.610	416.057	401.801	267.303	201.770					
Gás canalizado SP	107.405	169.004	318.416	385.451	357.260	43.366						
Gás de coqueria	484.189	723.800	1.315.770	2.339.126	2.467.275	2.772.436	2.636.428	2.735.530	3.239.842	2.948.933	2.914.132	3.029.097
Gás de refinaria	438.554	2.113.609	2.750.067	3.278.600	3.804.982	4.792.585	6.878.950	9.070.153	9.583.513	10.932.333	9.673.768	9.444.026
Gás natural seco	159.399	666.245	1.139.926	3.292.626	3.613.775	7.137.479	14.182.876	34.964.130	45.308.895	69.977.051	50.973.432	41.668.644
Gasolina automotiva	22.529.287	34.218.762	26.905.614	18.519.073	22.806.481	33.483.192	40.129.469	41.064.287	52.644.371	69.592.423	60.209.616	77.351.523
Gasolina de aviação	228.636	233.076	213.098	165.337	143.206	143.206	171.315	125.133	156.744	143.614	87.884	95.816
GLP	3.627.984	5.349.415	8.077.569	10.897.293	14.665.732	17.215.086	20.832.791	18.918.695	20.459.830	21.937.639	22.201.430	21.888.265
Lenha	25.156.332	23.407.756	19.528.218	14.471.038	10.716.998	8.298.337	8.804.494	10.951.423	10.058.260	9.047.713	10.167.215	10.647.665
Lenha carvoejamento	277.933	580.443	730.391	1.023.435	1.016.631	802.814	738.550	968.334	687.037	621.246	599.277	634.245
Lixívia	3.743	7.095	19.435	25.439	28.902	44.976	61.442	89.791	126.818	158.879	188.093	212.987
Nafta		158.672	102.988			91.643	11.782					
Óleo combustível	25.405.686	44.263.234	57.174.671	30.704.790	34.675.941	38.943.410	44.937.140	32.710.537	30.227.713	33.010.394	19.731.564	16.143.341
Outras biomassas	3		159	15.515	34.946	37.372	45.311	67.711	86.536	91.547	90.583	124.137
Outras não renováveis				138.320	152.880	134.680	1.331.028	2.426.573	2.147.088	2.251.026	3.607.732	5.390.791
Outros energéticos de petróleo	139.686	302.214	2.633.444	1.712.125	2.029.595	3.272.693	6.700.623	6.591.390	6.757.330	6.178.848	4.579.333	4.027.883
Petróleo	2.671.718	4.260.045	5.143.038	6.621.282	7.362.342	7.855.649	11.516.989	16.694.573	17.002.052	18.353.627	18.794.253	19.877.591
Querosene de aviação	2.288.395	3.824.711	5.419.479	7.585.303	7.254.728	9.403.620	11.479.347	11.083.597	15.523.791	18.253.294	8.807.614	16.224.739
Querosene iluminante	1.503.326	1.470.695	1.326.114	830.660	576.835	309.853	169.045	74.950	21.042	10.497	7.715	16.275

Tabela 9: Emissões nacionais por tipo de gás (t/ano)

Gás	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
CH4 (t)	924.541	910.151	844.057	758.322	548.770	463.121	501.580	670.530	614.839	573.772	572.489	551.494
CO (t)	7.362.258	9.137.834	8.831.411	8.776.685	9.063.019	8.028.567	6.530.272	6.665.484	6.412.697	6.276.676	6.360.146	6.851.682
CO2 (t)	78.325.752	130.004.124	166.100.517	149.399.363	175.727.217	215.058.704	282.298.655	307.253.945	368.783.390	449.659.254	379.997.306	409.735.108
COVNM (t)	1.235.061	1.600.698	1.571.062	1.516.136	1.611.453	1.381.459	1.063.620	1.038.282	864.761	758.457	720.368	765.248
N2O (t)	12.051	13.271	13.965	15.070	14.408	15.545	18.657	23.862	28.649	33.844	35.086	39.866
NOx (t)	575.576	951.528	1.273.597	1.374.232	1.544.946	1.769.164	2.278.216	2.519.608	2.865.523	3.064.092	2.636.834	2.523.864

Tabela 10: Emissões nacionais de CO2e (GWP) por tipo de gás (tCO2e/ano)

Gás	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
CH4 (t)	25.887.151	25.484.214	23.633.591	21.233.010	15.365.565	12.967.394	14.044.247	18.774.847	17.215.498	16.065.632	16.029.719	15.441.845
CO2 (t)	78.325.752	130.004.124	166.100.517	149.399.363	175.727.217	215.058.704	282.298.655	307.253.945	368.783.390	449.659.254	379.997.306	409.735.108
N2O (t)	3.193.531	3.516.800	3.700.677	3.993.652	3.818.135	4.119.616	4.944.250	6.323.527	7.592.095	8.968.819	9.298.008	10.564.747

Tabela 11: Emissões nacionais de CO2e (GWP) alocadas por UF (tCO2e/ano)

Estado	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
AC			122.838	171.819	244.455	475.251	816.046	762.569	669.130	742.101	730.577	761.633
AL			477.025	578.216	796.472	1.199.025	1.787.802	1.582.358	2.208.313	2.599.935	2.574.619	3.183.897
AM			571.798	1.844.593	1.658.841	3.067.810	4.476.912	6.705.576	9.491.401	9.052.957	8.790.831	8.329.950
AP			83.711	128.020	331.616	796.034	673.966	1.076.749	1.309.580	990.365	608.544	607.714
BA			2.483.922	5.806.481	7.322.817	8.498.112	11.576.718	13.602.985	17.826.516	22.893.502	18.971.288	20.929.151
CE			798.619	1.707.325	2.357.759	2.574.348	3.430.155	3.763.383	6.250.191	14.064.503	8.202.437	7.574.664
DF			386.984	625.812	1.240.895	1.790.906	2.922.636	3.026.159	3.640.574	5.133.297	3.153.052	3.982.135
ES			913.266	3.193.896	3.661.712	3.897.186	4.763.555	4.270.740	9.171.448	13.043.792	9.116.899	8.901.582
GO			2.232.342	2.805.855	3.892.375	6.932.027	7.516.390	8.078.029	9.305.916	12.003.559	12.046.759	13.733.817
MA			683.815	959.957	1.653.130	2.093.189	2.784.687	3.070.846	4.853.684	12.921.440	10.775.418	9.525.252
MG			7.096.217	9.913.923	15.916.349	19.649.851	23.445.086	35.493.371	37.105.580	37.871.463	32.728.484	36.893.691
MS			1.928.753	1.896.727	2.652.497	3.041.317	3.148.221	5.522.199	5.161.062	8.139.288	6.520.545	7.467.845
MT			1.042.579	1.630.159	3.169.463	4.712.411	5.756.482	7.279.220	6.622.105	10.586.090	11.640.409	13.471.055
PA			2.441.139	2.899.269	4.664.035	5.708.190	7.242.511	7.577.646	9.027.943	11.919.439	10.861.060	12.181.263
PB			402.150	521.432	957.384	1.380.873	1.500.519	1.611.555	2.486.597	6.355.412	4.007.676	3.629.012
PE			1.350.519	1.988.653	2.834.063	3.330.579	4.672.114	5.118.965	7.457.051	12.513.982	9.507.030	9.199.014
PI			278.345	427.582	657.689	748.822	1.103.719	1.276.148	1.954.175	2.780.309	2.446.346	3.019.807
PR	28.482	33.561	4.876.875	5.957.054	8.563.043	12.006.152	15.474.574	16.171.865	18.273.640	23.713.436	22.835.989	25.118.387
RJ	369.852	362.940	4.975.683	6.763.054	9.905.082	13.838.103	23.165.544	28.096.760	41.374.900	50.436.779	40.886.485	41.740.949
RN			386.136	463.756	800.754	1.611.124	2.533.159	2.905.008	4.320.793	5.831.751	3.784.091	3.734.089
RO			333.011	745.665	1.470.138	1.454.325	2.322.817	2.425.289	3.114.537	2.800.628	2.974.982	2.866.684
RR			70.712	103.625	241.926	414.543	488.836	275.110	685.190	614.666	1.701.263	1.314.249
RS	39.334	46.348	5.851.220	6.404.342	9.683.990	10.824.992	19.164.250	18.629.372	22.371.654	25.265.579	21.577.451	24.361.118
SC	1.209.012	1.424.596	4.616.773	7.266.309	6.054.559	7.773.463	14.085.769	13.907.771	17.210.689	19.215.964	17.896.741	19.140.603
SE			333.358	440.030	749.937	1.111.849	1.569.980	1.633.848	2.905.950	3.055.848	2.987.841	2.758.323
SP	107.405	169.004	14.862.804	24.794.143	38.675.790	49.081.341	69.167.892	60.819.579	83.487.578	89.972.046	75.952.284	89.523.057
TO			684.008	871.762	1.119.110	1.119.110	1.380.469	2.002.040	2.779.309	3.263.704	3.575.345	
NA	105.652.348	156.968.689	133.834.190	84.588.329	64.070.139	63.262.131	64.577.703	76.288.751	63.302.746	67.396.268	58.782.230	58.217.415

Tabela 12: Emissões de CO2e (GWP) alocadas nas UFs - Acre (tCO2e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
AC	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária					0			1.007	907	3.659	6.582	13.880
		Comercial			25	28	1.691	122	3.289	879	360	982	905	1.627
		Geração de eletricidade (serviço p..			70.009	102.205	95.529	277.918	484.834	471.555	189.588	190.128	210.933	201.245
		Industrial			1.007	2.366	2	159	2.303	11.278	766	1.585	591	
		Público			8.214	3.062	3.003	16.221	11.244	481	583	209	331	216
		Residencial			12.806	16.719	24.383	36.990	36.119	29.688	45.035	59.802	62.923	61.505
		Transportes			31.784	48.798	117.483	143.999	280.401	256.656	421.379	486.554	447.317	482.569

Tabela 13: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs - Alagoas (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
AL	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						51.655	67.730	151.129	72.183	29.270	16.894	17.967	
		Agropecuária			36.522		87	655	450.584	97.232	20.445	27.220	38.905	122.059	
	Emissões pela queima de combustíveis	Comercial			1.715	4.737	6.006	2.796	10.727	7.502	7.693	11.991	9.258	18.855	
		Geração de eletricidade (serviço p..					315	202	188	10.567				7.543	11.707
		Industrial				27.534	30.614	43.243	51.097	66.549	448.892	472.680	673.947	898.386	
		Produção de combustíveis						14.251	26.875	37.109	34.063	23.404	9.931	14.966	
		Público			783	1.977	515	2.045	5.901	3.760	2.523	4.184	2.750	3.426	
		Residencial			60.981	111.661	168.352	208.849	230.522	213.705	250.408	277.900	299.380	296.333	
		Transportes			377.024	432.307	590.583	875.330	944.177	994.804	1.372.106	1.753.286	1.516.013	1.800.199	

Tabela 14: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs - Amazonas (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
AM	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis							57.255	395.394	717.987	598.856	483.783	395.797	369.530
		Agropecuária			18.261	13.462	46.373		127.436	2.009	33.977	47.222	51.746	50.652	
	Emissões pela queima de combustíveis	Comercial			520	6.230	31.558	6.664	23.561	16.390	10.046	14.563	17.424	24.651	
		Geração de eletricidade (serviço p..			99.180	1.318.267	514.030	1.901.011	1.558.476	3.412.704	5.127.698	4.854.293	4.782.111	4.245.777	
		Industrial				51.654	122.558	107.493	217.439	157.620	133.340	58.304	50.079	47.579	
		Produção de combustíveis						15.796	444.936	623.976	770.967	776.619	606.777	564.135	
		Público			16.172	6.063	40.596	17.577	21.115	60.121	17.993	7.544	10.703	12.662	
		Residencial			66.164	82.402	116.343	149.506	170.447	133.834	216.089	251.590	268.182	257.621	
		Transportes			371.501	366.515	787.383	812.508	1.518.110	1.580.936	2.582.434	2.559.040	2.608.014	2.757.342	

Tabela 15: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs - Amapá (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
AP	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			10.145	35.199	157.292	481.895	133.263	79.665	4.422	4.705	4.989	2.586
		Comercial			254	2.958	120	386	619	2.724	37	21	10	124
	Geração de eletricidade (serviço p..	Industrial			2.764	4.992	4.099	55.587	301.408	703.072	827.499	302.364	1.716	
		Industrial				8.960	14.180	10.714	6.500	5.119	14.881	26.170	23.748	940
		Público			1.261	1.892	3.809	348	918	2.044	2.885	4.224	1.039	746
		Residencial			7.623	11.345	21.364	30.529	38.118	36.660	44.677	51.287	56.795	53.894
		Transportes			61.665	62.674	130.751	216.576	193.141	247.465	415.179	601.595	520.247	549.424

Tabela 16: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs - Bahia (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
BA	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						284.471	976.508	1.381.901	1.465.892	1.713.189	1.717.470	1.731.410
		Agropecuária			97.393	137.682	110.867	106.772	51.816	573.279	485.491	803.886	1.237.575	1.306.266
	Emissões pela queima de combustíveis	Comercial			5.532	22.175	60.871	30.466	40.491	45.112	70.594	78.074	51.310	78.983
		Geração de eletricidade (serviço p..			24.258	10.629	132.732	2.074	90.989	209.827	597.790	2.990.421	538.345	228.654
		Industrial				2.821.071	2.739.284	2.569.686	1.443.468	1.354.157	3.084.846	3.087.065	2.460.562	3.551.840
		Produção de combustíveis						78.483	1.341.788	2.019.797	1.895.918	1.838.642	1.483.410	1.319.498
		Público			11.967	17.934	5.783	32.443	56.314	61.994	15.443	25.636	15.795	17.581
		Residencial			335.393	615.628	876.791	1.006.345	1.131.458	1.077.004	1.209.049	1.347.471	1.507.843	1.311.461
		Transportes			2.009.381	2.181.362	3.396.488	4.387.372	6.443.885	6.879.914	9.001.493	11.009.118	9.958.978	11.383.459

Tabela 17: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs - Ceará (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
CE	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						52.380	72.318	89.397	67.236	64.729	57.756	57.288
		Agropecuária			20.290	734.821	752.236	173.051	157.879	203.639	270.834	364.614	364.951	328.809
	Emissões pela queima de combustíveis	Comercial			5.027	9.240	26.394	12.147	17.884	21.006	21.234	32.584	29.678	42.728
		Geração de eletricidade (serviço p..			1.535	1.576	1.261	953		296.390	1.015.598	7.248.400	2.028.278	171.046
		Industrial				67.874	95.783	238.951	103.580	47.352	291.281	321.919	316.648	867.858
		Produção de combustíveis						14.451	128.491	151.642	136.409	148.056	88.167	39.438
		Público			11.248	6.563	2.583	14.294	16.215	9.212	2.656	4.457	2.819	3.794
		Residencial			150.012	238.250	372.015	530.534	604.853	533.058	618.300	742.479	796.980	772.467
		Transportes			610.506	649.000	1.107.486	1.537.587	2.328.934	2.411.686	3.826.643	5.137.265	4.517.160	5.291.235

Tabela 18: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Distrito Federal (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
DF	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			34.493	44.278	14.087	15.999	25.433	16.055	3.538	131	3.458	3.909
		Comercial			1.814	8.938	51.005	13.806	10.460	26.792	29.206	34.139	35.279	47.791
		Geração de eletricidade (serviço p..			614	263	315	294		783				
		Industrial				36.189	119.476	265.421	67.310	63.942	45.751	751.465	75.713	579.606
		Público			11.220	30.729	13.880	33.710	27.837	34.282	26.247	60.679	45.002	39.533
		Residencial			94.520	128.380	149.831	185.158	221.764	189.903	193.499	211.773	205.919	188.590
		Transportes			244.322	377.034	892.301	1.276.517	2.569.831	2.694.404	3.342.333	4.075.110	2.787.681	3.122.705

Tabela 19: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Espírito Santo (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
ES	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						44.025	62.328	219.274	1.046.115	1.073.006	581.553	329.023
		Agropecuária			148.118	669.215	718.710	23.713	55.526	169.027	243.736	231.112	91.543	290.649
		Comercial			4.922	19.998	40.858	335.955	560.917	197.335	18.647	24.494	23.618	38.745
		Geração de eletricidade (serviço p..				525	631	436	478	8.739	5.283	1.610.513	1.003.646	393.983
		Industrial				1.287.373	964.131	1.354.648	1.270.344	877.678	2.900.771	3.470.515	1.454.428	1.711.219
		Produção de combustíveis						12.146	51.093	120.730	1.130.697	2.263.827	1.652.216	1.278.375
		Público			855	3.708	2.275	36.503	11.357	26.303	5.578	6.380	4.007	3.145
		Residencial			110.375	205.110	281.256	306.262	332.335	324.519	360.351	376.469	404.643	387.074
		Transportes			648.997	1.007.966	1.653.851	1.783.497	2.419.179	2.327.135	3.460.271	3.987.477	3.901.246	4.469.368

Tabela 20: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Goiás (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
GO	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			243.482	286.439	445.222	1.753.504	696.756	782.483	849.156	612.193	811.330	1.097.551
		Comercial			2.657	11.008	34.507	41.019	84.793	44.143	22.443	58.567	44.560	75.406
		Geração de eletricidade (serviço p..			14.125	5.780	4.414	552	154	7.720	49.501	905.413	205.553	6.812
		Industrial				192.941	246.371	975.394	1.515.478	1.566.533	1.103.066	1.558.952	2.551.296	2.150.257
		Público			11.359	7.496	3.938	9.899	64.405	23.082	5.564	6.103	4.308	4.867
		Residencial			202.455	379.169	602.499	661.476	727.026	639.360	628.973	639.089	672.388	635.850
		Transportes			1.758.265	1.923.021	2.555.424	3.490.182	4.427.779	5.014.709	6.647.214	8.223.243	7.757.325	9.763.075

Tabela 21: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Maranhão (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
MA	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis										69.134	51.723	26.918	
		Agropecuária			36.522	92.397	20.521	46.413	132.725	125.659	282.765	575.795	534.188	546.627	
		Comercial			1.344	2.222	8.676	7.102	11.660	8.214	4.628	7.497	7.585	12.965	
		Geração de eletricidade (serviço p..			46.366	9.721	55.489	1.230	2.587	1.073	23.122	5.986.906	3.694.718	1.828.773	
		Industrial				165.945	299.531	245.357	323.753	539.624	866.739	1.175.341	1.343.221	1.276.756	
		Produção de combustíveis											68.635	28.151	24.332
		Público			7.847	2.279	5.639	195.823	190.633	8.728	1.353	5.231	1.692	934	
Residencial			64.334	122.409	205.026	268.202	306.321	269.000	342.409	436.940	484.846	470.121			
Transportes			527.401	564.984	1.058.248	1.329.062	1.817.008	2.118.547	3.332.668	4.595.960	4.629.294	5.337.827			

Tabela 22: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Minas Gerais (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
MG	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis							536.292	524.063	612.692	867.970	800.655	954.105
		Agropecuária			724.358	1.137.702	1.315.297	1.169.067	952.067	2.179.809	1.351.895	1.646.768	2.046.131	2.154.938
		Comercial			30.800	55.440	138.979	170.604	177.113	150.893	144.069	155.806	117.016	179.436
		Geração de eletricidade (serviço p..			7.062	2.627	57.274	130.308	657.840	430.283	561.299	1.152.970	296.029	37.471
		Industrial				2.093.268	4.265.345	4.751.642	4.037.969	12.761.972	10.973.726	9.010.711	7.673.612	6.897.512
		Produção de combustíveis							860.581	984.114	924.474	869.206	638.686	661.014
		Público			60.322	32.282	24.876	216.612	291.104	329.597	56.410	36.013	28.789	28.513
Residencial			798.845	1.055.405	1.322.441	1.573.153	1.753.322	1.604.719	1.761.334	1.798.644	1.705.963	1.777.792		
Transportes			5.474.831	5.537.199	8.792.137	11.638.466	14.178.797	16.527.919	20.719.681	22.333.375	19.421.601	24.202.910		

Tabela 23: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso do Sul (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
MS	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			746.677	426.829	212.138	152.984	76.879	1.506.391	1.065.652	961.868	786.289	1.090.185
		Comercial			4.355	3.497	7.771	2.438	3.823	7.038	13.057	17.796	17.416	23.202
		Geração de eletricidade (serviço p..			15.353	19.968	11.981	12.819	38.145	1.226.481	471.171	1.875.341	445.787	59.275
		Industrial				13.388	32.961	198.579	88.878	44.939	277.363	1.118.833	950.697	969.863
		Público			8.603	6.848	4.319	15.678	19.281	11.815	14.658	2.849	4.981	9.669
		Residencial			93.300	154.355	250.551	236.293	246.413	204.902	219.423	250.743	264.641	252.140
		Transportes			1.060.465	1.271.843	2.132.777	2.422.526	2.674.803	2.520.634	3.099.738	3.911.857	4.050.734	5.063.510

Tabela 24: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Mato Grosso (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
MT	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			196.814	114.396	102.821	411.519	927.026	2.411.410	1.164.617	1.858.826	3.346.772	4.130.546
		Comercial			1.177	4.173	10.890	7.738	2.803	16.736	7.044	16.669	15.391	26.762
		Geração de eletricidade (serviço p..			15.353	63.845	149.126	240.530	430.178	321.450	41.582	1.394.750	604.187	6.958
		Industrial				17.816	23.129	262.626	215.816	76.838	38.888	291.009	249.208	77.992
		Público			15.640	5.000	2.432	9.815	50.152	6.683	545	426	218	645
		Residencial			54.578	130.470	287.140	242.045	251.977	243.999	269.156	302.148	329.389	333.778
		Transportes			759.017	1.294.460	2.593.924	3.538.138	3.878.531	4.202.104	5.100.273	6.722.261	7.095.243	8.894.774

Tabela 25: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Pará (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
PA	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			626.965	1.214.228	1.913.131	2.638.761	1.541.893	469.320	227.181	566.581	418.313	606.127	
		Comercial			4.891	3.865	41.726	31.757	36.359	61.672	15.650	22.307	11.983	29.203	
		Geração de eletricidade (serviço p..			409.308	120.596	122.328	81.398	219.199	372.808	485.689	417.975	180.088	164.856	
		Industrial				166.433	346.330	542.471	1.886.349	2.585.411	3.220.574	3.625.655	2.548.666	2.666.746	
		Público			23.338	7.793	6.817	19.210	5.646	20.940	4.223	6.496	5.468	3.591	
		Residencial			123.486	197.049	330.579	368.688	419.992	386.739	461.368	557.549	581.054	583.810	
		Transportes				1.253.152	1.189.306	1.903.124	2.025.905	3.133.073	3.680.757	4.613.257	6.722.875	7.115.488	8.126.931

Tabela 26: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Paraíba (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
PB	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			24.348	8.800	217	1.860	31.667	48.328	97.968	117.085	92.318	50.787
		Comercial			1.226	1.554	15.420	3.054	9.926	9.442	7.836	11.044	9.845	16.182
		Geração de eletricidade (serviço p..					315	251	512		6.376	2.188.172	225.880	58.125
		Industrial				59.827	180.165	358.764	152.618	53.690	247.138	1.325.841	1.290.140	749.873
		Público			968	5.022	2.337	4.281	7.041	6.809	17.633	1.840	1.533	1.265
		Residencial			76.226	123.305	205.812	266.707	301.830	257.677	319.016	379.989	402.494	400.872
		Transportes			299.382	322.924	553.117	745.955	996.924	1.235.608	1.790.630	2.331.441	1.985.466	2.351.908

Tabela 27: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Pernambuco (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
PE	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis										360.313	651.939	534.151	
		Agropecuária			87.248	111.670	63.170	108.391	159.767	101.210	78.045	131.920	184.559	208.418	
		Comercial			6.068	7.934	39.948	22.601	33.846	23.118	35.109	44.971	38.382	53.844	
		Geração de eletricidade (serviço p..			17.809	1.051	4.099	2.595	392	944.650	1.005.365	4.132.828	1.181.429	110.887	
		Industrial				493.674	510.724	323.612	367.082	150.102	759.361	867.117	594.117	707.678	
		Produção de combustíveis											360.826	520.054	370.066
		Público			8.671	7.675	8.212	16.287	38.515	20.769	15.100	4.100	4.961	40.788	
		Residencial			243.922	360.062	524.390	659.434	712.942	629.257	752.918	804.724	845.573	832.464	
Transportes			986.802	1.006.588	1.683.520	2.197.659	3.359.569	3.249.858	4.811.153	5.807.184	5.486.016	6.340.717			

Tabela 28: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Piauí (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
PI	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			18.261	48.398	34.202	46.091	13.390	22.518	107.384	257.017	147.530	348.227
		Comercial			625	1.024	3.808	3.526	52.985	4.065	3.572	5.268	4.032	8.689
		Geração de eletricidade (serviço p..				525	315	440				15.804	13.292	11.908
		Industrial				5.385	9.351	18.020	24.620	17.611	26.294	16.272	11.434	10.128
		Público			3.691	2.948	1.788	10.928	4.110	2.186	70	18	4.644	59
		Residencial			37.198	83.596	147.137	181.538	200.479	171.640	212.980	265.218	283.415	287.601
		Transportes			218.569	285.704	461.088	488.279	808.135	1.058.129	1.603.875	2.220.713	1.981.998	2.353.195

Tabela 29: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Paraná (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
PR	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis	28.482	33.561	63.237	95.190	48.936	81.427	816.768	848.557	773.363	1.198.389	1.182.414	1.372.099	
		Agropecuária			562.037	323.851	296.469	741.551	210.656	306.565	464.713	384.713	399.912	394.527	
		Comercial			25.833	50.972	71.536	85.165	127.847	76.116	106.856	118.428	152.860	257.684	
		Geração de eletricidade (serviço p..			307	9.088	14.886	2.911	107.532	121.689	662.622	1.054.573	517.091	66.307	
		Industrial					1.010.760	1.056.329	1.815.361	1.621.227	778.845	948.345	2.816.558	2.423.334	2.427.372
		Produção de combustíveis							8.126	1.254.353	1.410.985	1.076.403	1.130.471	918.334	900.858
		Público			14.423	28.926	10.467	38.425	117.717	135.679	19.308	17.922	11.522	12.274	
		Residencial			423.815	636.826	887.014	1.065.655	1.093.790	979.939	1.101.239	1.105.712	1.113.459	1.066.800	
Transportes			3.787.224	3.801.443	6.177.407	8.167.532	10.124.685	11.513.491	13.120.792	15.886.670	16.117.063	18.620.466			

Tabela 30: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Rio de Janeiro (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
RJ	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						1.732.543	4.420.251	8.543.343	7.986.454	5.558.103	7.011.378	7.558.987	
	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			111.596	98.808	140.094	226.980	111.275	202.777	32.443	27.600	73.255	42.776	
		Comercial		37.125	44.495	112.367	176.498	322.970	160.408	129.275	74.497	272.594	285.806	197.537	258.971
		Geração de eletricidade (serviço p..				26.407	19.595	303.653	351.715	2.537.358	1.987.021	5.470.566	13.360.995	6.097.245	1.754.611
		Industrial		9.599	12.838	32.679	1.779.523	1.365.254	1.339.408	858.447	274.670	3.232.761	3.286.505	2.758.701	2.715.291
		Produção de combustíveis							477.990	4.233.731	6.037.415	9.830.054	11.209.399	12.656.954	14.587.316
		Público		11.000	8.196	164.211	204.642	271.104	377.556	129.292	151.811	94.360	119.846	63.565	58.645
		Residencial		312.128	297.411	1.307.431	1.395.394	1.483.439	1.627.715	1.587.663	1.391.955	1.666.456	1.659.166	1.756.638	1.568.884
Transportes				3.220.992	3.088.594	6.018.568	7.543.786	9.158.253	9.433.270	12.789.211	14.929.358	10.271.213	13.195.469		

Tabela 31: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Norte (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
RN	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis						315.484	381.037	527.185	406.936	342.893	263.540	209.973	
	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			24.348	524	152	110.094	92.185	37.864	137.419	180.074	214.454	260.722	
		Comercial			1.715	1.074	3.633	4.380	7.451	12.234	7.730	17.530	16.138	23.185	
		Geração de eletricidade (serviço p..					263	946	452	4.999	11.800	693.679	1.683.002	369.092	155.151
		Industrial					14.339	34.304	74.236	9.835	20.465	116.010	195.468	243.465	210.998
		Produção de combustíveis							87.039	498.001	676.883	690.237	612.855	321.980	262.527
		Público			7.559	3.599	3.616	2.653	4.408	8.443	13.107	5.730	3.288	4.155	
		Residencial			64.030	115.244	205.072	251.317	297.205	259.522	288.401	310.627	332.487	312.624	
Transportes				288.483	328.713	553.031	765.469	1.238.037	1.350.612	1.967.275	2.483.571	2.019.648	2.294.755		

Tabela 32: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Rondônia (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
RO	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária					0		33.000	22.264	2.812	14.363	28.602	26.927
		Comercial			99	380	782	352	2.247	3.899	2.238	3.233	3.372	6.524
		Geração de eletricidade (serviço p..			106.242	311.533	422.157	350.894	1.014.885	881.336	940.893	314.940	285.971	
		Industrial						580	1.255	15.044	43.782	19.564	23.635	17.922
		Público			13.690	4.049	4.169	5.267	1.521	4.540	1.102	1.464	714	665
		Residencial			16.465	45.381	83.753	100.453	117.744	96.491	126.185	143.508	151.531	141.523
		Transportes			196.515	355.663	936.351	996.780	1.152.165	1.401.715	1.997.525	2.303.556	2.481.157	2.673.124

Tabela 33: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Roraima (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
RR	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária								13.146	227	1.150	8.481	29.802
		Comercial						199	467	401	18	138	129	307
		Geração de eletricidade (serviço p..			37.768	60.955	108.771	278.027	249.798	66.341	355.890	202.606	1.148.740	678.718
		Industrial				78	1.772	318	7	285	1.533	559	2.232	1.150
		Público			10.164	4.639	3.971	8.100	5.369	363	113	65	191	164
		Residencial			4.269	7.763	13.408	19.025	24.949	17.555	29.672	36.173	45.224	48.700
		Transportes			18.511	30.190	114.004	108.875	208.245	177.020	297.738	373.974	496.266	555.408

Tabela 34: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Rio Grande do Sul (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
RS	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis	39.334	46.348	87.332	160.971	130.912	105.277	715.104	592.190	790.114	1.207.991	1.030.490	1.147.567	
	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			1.383.787	1.129.925	1.010.960	336.764	376.192	273.412	112.799	168.198	178.908	130.764	
		Comercial			42.696	94.537	187.187	139.525	143.730	111.584	80.872	101.000	100.851	174.677	
		Geração de eletricidade (serviço p..			35.312	70.506	215.639	115.340	5.093.380	5.413.214	2.492.219	5.418.147	4.096.966	4.892.297	
		Industrial					676.331	808.845	1.026.162	1.056.194	836.483	4.830.248	5.067.991	1.389.617	1.558.447
		Produção de combustíveis							897.253	917.391	1.025.739	1.056.831	756.045	724.339	
		Público			36.504	41.751	15.665	199.502	74.393	90.950	93.779	93.154	102.862	94.948	
		Residencial			561.936	729.976	912.314	1.141.875	1.250.187	1.044.879	1.101.551	1.075.959	1.032.288	958.799	
Transportes				3.703.654	3.500.345	6.402.468	7.760.547	9.557.815	9.349.269	11.844.333	14.076.307	12.889.424	14.679.280		

Tabela 35: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Santa Catarina (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
SC	Emissões fugitivas	Produção de combustíveis	1.209.012	1.424.596	2.684.303	4.032.400	1.274.729	1.066.830	1.148.564	1.295.334	1.018.351	1.261.107	1.112.664	1.138.418	
	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária			77.103	561.507	617.944	714.201	644.195	258.450	208.151	141.281	100.272	189.066	
		Comercial			10.443	28.986	128.969	55.358	50.613	65.348	43.621	71.905	74.477	163.220	
		Geração de eletricidade (serviço p..				5.766	9.365	21.777	4.626.547	3.704.521	4.573.943	5.355.382	4.148.899	3.574.655	
		Industrial					627.279	663.876	1.089.562	1.266.898	1.366.093	2.337.945	1.744.529	1.871.324	1.944.879
		Produção de combustíveis							18						
		Público			8.644	11.083	3.901	183.079	213.142	54.741	14.829	29.420	12.744	9.618	
		Residencial			191.784	306.620	425.358	559.724	575.104	525.513	608.195	606.540	596.797	554.640	
Transportes				1.644.497	1.692.669	2.930.418	4.082.914	5.560.706	6.637.771	8.405.655	10.005.799	9.979.565	11.566.107		

Tabela 36: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Sergipe (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023	
SE	Emissões fugitivas Emissões pela queima de combustíveis	Produção de combustíveis						161.231	177.193	255.424	241.061	114.679	31.004	11.702	
		Agropecuária			22.319	17.948	34.617	15.235	44.343	15.430	24.870	8.704	7.604	7.317	
		Comercial			607	4.971	9.088	3.890	10.071	8.496	5.346	10.420	8.831	12.549	
		Geração de eletricidade (serviço p..								4.642				66	83
		Industrial				65.114	98.847	147.287	156.546	25.546	694.623	760.150	1.335.331	932.769	
		Produção de combustíveis							44.482	239.074	329.063	453.681	407.725	103.929	11.888
		Público			236	4.108	610	8.157	2.226	4.448	2.254	3.534	3.271	4.425	
		Residencial			42.686	72.251	110.013	141.531	150.174	140.201	186.904	194.376	198.830	224.055	
		Transportes			267.509	275.638	496.761	590.037	790.354	850.600	1.297.210	1.556.261	1.298.975	1.553.536	

Tabela 37: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – São Paulo (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
SP	Emissões fugitivas Emissões pela queima de combustíveis	Produção de combustíveis						41.632	3.126.280	3.078.159	3.286.247	5.571.245	5.327.761	5.994.813
		Agropecuária			1.708.429	2.302.902	2.269.555	4.361.247	7.308.708	5.250.495	10.227.891	9.264.457	8.246.229	8.115.601
		Comercial	19.540	33.278	184.234	424.172	856.672	379.442	419.803	394.279	644.512	734.744	554.485	896.405
		Geração de eletricidade (serviço p..			9.519	8.933	113.261	113.132	1.706.232	386.436	1.092.231	2.777.654	910.737	880.164
		Industrial	22.733	49.756	154.796	8.176.420	9.562.186	11.515.251	11.129.355	6.103.299	18.061.075	16.201.265	12.443.732	13.379.412
		Produção de combustíveis						11.486	4.989.708	5.714.013	4.870.783	5.979.205	4.927.499	5.012.543
		Público			43.462	111.144	51.195	557.216	742.085	564.928	805.810	463.445	514.415	501.091
		Residencial	65.132	85.969	2.492.661	3.123.574	3.480.696	3.914.362	4.031.435	3.670.968	4.210.902	4.104.360	4.429.895	4.049.366
		Transportes			10.269.703	10.646.998	22.342.224	28.187.574	35.714.286	35.657.003	40.288.126	44.875.671	38.597.532	50.693.663

Tabela 38: Emissões de CO₂e (GWP) alocadas nas UFs – Tocantins (tCO₂e/ano)

Estado	Recorte	Categoria emissora	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
TO	Emissões pela queima de combustíveis	Agropecuária						92.663	8.445	23.793	22.616	146.946	266.190	140.094
		Comercial					1.006	4.073	3.360	2.088	1.044	2.694	2.988	4.861
		Geração de eletricidade (serviço p..					315	5.289	5.034		20			
		Industrial					2.203	5.586	18.203	18.114	8.918	5.823	6.992	10.400
		Público					2	521	2.191	954	635	758	210	335
		Residencial					145.597	108.766	130.506	109.060	114.241	129.185	131.692	136.917
		Transportes					534.886	654.865	951.372	1.226.460	1.854.567	2.493.903	2.855.630	3.282.738

Referências bibliográficas

ABCM - Associação Brasileira de Carvão Mineral. Carvão Mineral – Dados Estatísticos – Ano 2023. Disponível em: <https://abcm.satc.edu.br/index.php/atuacao/>.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil (2014). Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil – Relatório Final. Brasília, 2014.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico 2023. Rio de Janeiro, 2024.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2023). Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil – 6ª Edição. Brasília, 2023.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2020). Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Queima de Combustíveis – Abordagem Setorial. Brasília, 2020.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2020). Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Categoria Petróleo e Gás Natural.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (2020). Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Setor Energia – Subsetor Emissões Fugitivas – Mineração e Manejo do Carvão Mineral.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2014). Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 - Ano Base 2012. Brasília, 2014.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (1988). COBEN, Nota Técnica 02. Critério de Apropriação dos Dados de Vendas do CNP nos Setores do Balanço Energético Nacional.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2005). Balanço de Energia Útil. Brasília, 2005.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2023). Balanço Energético Nacional. Brasília, 2023.

PATUSCO, J.A.M. Energia e desenvolvimento. Brasília, 2014.

Anexo A:

Fatores de emissão de CO₂ dos combustíveis

Produtos	Fator de Emissão (kgCO ₂ /TJ)
Alcatrão	80.700
Carvão Vapor 3100	101.000
Carvão Vapor 3300	101.000
Carvão Vapor 3700	101.000
Carvão Vapor 4200	96.100
Carvão Vapor 4500	96.100
Carvão Vapor 4700	96.100
Carvão Vapor 5200	96.100
Carvão Vapor 5900	94.600
Carvão Vapor 6000	94.600
Carvão Vapor Sem Especificação	101.000
Coque de Carvão Mineral	107.000
Coque de Petróleo	97.5000
Diesel de Petróleo	74.100
Gás Canalizado	**
Gás de Coqueria	44.400
Gás de Refinaria	57.600
Gás Natural Seco	56.100
Gás Natural Úmido	56.100
Gasolina Automotiva	69.300
Gasolina de Aviação	70.000
GLP	63.100
Nafta	73.300
Óleo Combustível	77.400
Outras Não Renováveis	143.000
Outros Energéticos de Petróleo	73.300
Querosene de Aviação	71.500
Querosene Iluminante	71.900

**Fatores de emissão para gás canalizado nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, por ano (kgCO₂/TJ)

1970	1971	1972	1973	1974	1975 a 1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
86.167	83.967	79.567	77.000	73.700	73.333	68.567	64.900	65.633	65.267	64.900	66.000
1989 e 1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 a 2001	2002 a 2023	
64.533	64.900	63.067	64.167	62.333	61.967	62.333	62.700	56.100	56.100	55.733	

Anexo B:

Densidade energética dos combustíveis, por ano (tep/unidade comercial)

Produtos	U	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14-23
Petróleo	m ³	0,889	0,890	0,890	0,891	0,889	0,887	0,889	0,892	0,890	0,889	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890
Gás Natural Úmido	10 ³ m ³	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,991	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993
Gás Natural Seco	10 ³ m ³	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
Carvão Vapor 3100	t	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295	0,295
Carvão Vapor 3300	t	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Carvão Vapor 3700	t	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Carvão Vapor 4200	t	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Carvão Vapor 4500	t	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425
Carvão Vapor 4700	t	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
Carvão Vapor 5200	t	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490
Carvão Vapor 5900	t	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560
Carvão Vapor 6000	t	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570	0,570
Carvão Vapor Sem Especificação	t	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285
Carvão Metalúrgico Nacional	t	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
Carvão metalúrgico Importado	t	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740	0,740
Óleo Diesel	m ³	0,851	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848	0,848
Óleo Combustível	m ³	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,959	0,957	0,957	0,957	0,957	0,957
Gasolina Automotiva	m ³	0,773	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Gasolina de Aviação	m ³	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763	0,763
GLP	m ³	0,612	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611
Nafta	m ³	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765	0,765
Querosene Iluminante	m ³	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Querosene de Aviação	m ³	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Gás de Coqueria	10 ³ m ³	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Gás Canalizado RJ	10 ³ m ³	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Gás Canalizado SP	10 ³ m ³	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Coque de Carvão Mineral	t	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690	0,690
Gás de Refinaria	m ³	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,655	0,652	0,655	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652

Coque de Petróleo	m³	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,873	0,870	0,873	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870
Outros Energéticos de Petróleo	m³	0,889	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,880	0,880	0,880	0,880
Alcatrão	m³	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
Asfalto	m³	1,009	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	1,014	1,018	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014	1,014
Lubrificantes	m³	0,892	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,870	0,891	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870	0,870
Solventes	m³	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,781	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Outros Não Energéticos de Petróleo	m³	0,889	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,890	0,870	0,890	0,810	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800

Anexo C: Alocação de emissões por municípios

Como primeiro esforço em direção à alocação municipal das emissões brasileiras, a sexta e a sétima coleção do SEEG, lançadas respectivamente em 2018 e 2019, propuseram-se a distribuir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no estado de São Paulo em cada um de seus 645 municípios.

Uma vez que o Brasil possui 5.570 municípios, o trabalho de municipalizar emissões representa um grande desafio tanto em relação à obtenção dos insumos informacionais necessários quanto à quantidade de dados manipulados, o que justificou a decisão por determinar apenas um estado como foco inicial nessas coleções.

A partir da oitava coleção do SEEG, tendo de antemão as emissões alocadas por Unidades da Federação²⁰ e considerando os métodos desenvolvidos, bem como os dados acessados na realização desse piloto centrado nas cidades paulistas, foi possível estimar as emissões de GEE para todos os municípios do Brasil em todos os setores emissores (Energia, Mudança de Uso da Terra e Florestas, Agropecuária, Processos Industriais e Resíduos). No entanto, é importante salientar que, por não se tratar de um trabalho dedicado e específico para cada localidade, mas sim de um trabalho geral baseado em dados nacionais disponíveis, a metodologia desenvolvida assume simplificações, além de não ser capaz de alocar 100% das emissões de todas UFs. Dessa maneira, apesar de indicar as principais tendências, a alocação de emissões municipais do setor de Energia do SEEG pode se distanciar de resultados obtidos em inventários locais oficiais.

Para concretização da iniciativa SEEG Municípios, primeiramente, foi necessário levantar dados de atividade oficiais, correlacionados com as emissões de cada cidade brasileira, que estão listados a seguir.

²⁰ Detalhes sobre a metodologia de alocações estaduais podem ser consultados em 2.2. Alocação de emissões por Unidades da Federação.

Dados de atividades levantados

1. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC); Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

1.1 Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil 2014

Consumo de querosene de aviação por município

Disponível em: <http://energiaeambiente.org.br/produto/inventario-nacional-de-emissoes-atmosfericas-da-aviacao-civil>

Período coberto: 2005 a 2013; 2014 a 2023 (elaboração própria)

2. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)

2.1 Vendas anuais (**totais**) de etanol hidratado e derivados de petróleo por município

Vendas de etanol hidratado

Vendas de gasolina C

Vendas de gasolina de aviação

Vendas de GLP

Vendas de óleo combustível

Vendas de óleo diesel

Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/vendas-de-derivados-de-petroleo-e-biocombustiveis>

Período coberto: 2000 a 2007

2.2 Vendas anuais (**por categoria de atividade**) de etanol hidratado e derivados de petróleo por município

Vendas de coque de petróleo

Vendas de etanol hidratado

Vendas de gasolina C

Vendas de gasolina de aviação

Vendas de GLP

Vendas de óleo combustível

Vendas de óleo diesel

Dados obtidos por solicitação enviada via ferramenta “Fale conosco” da ANP: <https://www.gov.br/anp/pt-br/fale-conosco>

Período coberto: 2007 a 2023

2.3 Processamento de petróleo e produção de derivados

Volume de petróleo refinado nas refinarias nacionais

Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/processamento-de-petroleo-e-producao-de-derivados>

Período coberto: 2000 a 2023

3. Ministério de Minas e Energia (MME)

3.1 Informações anuais de geração de eletricidade e consumo de combustíveis por usina termoeétrica de serviço público do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Consumo municipal de gás natural e carvão vapor para geração de eletricidade

Dados obtidos por solicitação enviada ao Departamento de Informações e Estudos Energéticos do MME

Período coberto: 2010 a 2023

4. Secretaria de Energia e Mineração do Estado de São Paulo (SEM – SP)

4.1 Anuário Estatístico de Energéticos por Município no Estado de São Paulo

Consumo de gás natural no setor automotivo

Consumo de gás natural no setor residencial

Consumo de gás natural nos demais setores

Disponível em: <http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/Portalcev2/intranet/BiblioVirtual/index.html>

Período coberto: 2007 a 2023

A partir dos dados levantados, foi possível **(i)** determinar os combustíveis cujas emissões seriam passíveis de alocação, **(ii)** estabelecer o nível factível de categorização relativa ao uso de cada produto energético, e, por fim, **(iii)** calcular fatores anuais de alocação

relacionados com a emissão de cada município, a depender do combustível e de seu nível de categorização.

Os fatores de alocação sempre consideram o volume de determinado dado de atividade (*vendas, consumo ou refino*) em cada município de cada Unidade da Federação em relação ao total correspondente a todo estado em questão. Ou seja, um fator de alocação trata-se da porcentagem de ocorrência de certa atividade municipal em relação ao valor referente ao estado inteiro. Um exemplo de fator de alocação seria: porcentagem de vendas de óleo diesel utilizada para transporte rodoviário no município de Osasco, no ano de 2019, em relação ao montante de vendas no estado de São Paulo registrado para o mesmo ano e atividade (transporte rodoviário).

Portanto, as emissões estaduais foram municipalizadas conforme as seguintes fórmulas matemáticas:

$$(I) \quad F_{c,n,i}^{MUN} = \frac{A_{c,n,i}^{MUN}}{A_{c,n,i}^{UF}}$$

$$(II) \quad E_{c,n,g,i}^{MUN} = E_{c,n,g,i}^{UF} * F_{c,n,i}^{MUN}$$

Sendo:

$F_{c,n,i}^{MUN}$ Fator de alocação para o combustível c , no nível de categorização n , no ano i , no município MUN ;

$A_{c,n,i}^{MUN}$ Volume de atividade (*vendas, consumo ou refino*) para o combustível c , no nível de categorização n , no ano i , no município MUN ;

$A_{c,n,i}^{UF}$ Volume de atividade (*vendas, consumo ou refino*) para o combustível c , no nível de categorização n , no ano i , na Unidade da Federação UF onde se encontra o município MUN ;

$E_{c,n,g,i}^{MUN}$ Emissão do gás g , referente ao combustível c no nível de categorização n , no ano i , no município MUN ;

$E_{c,n,g,i}^{UF}$ Emissão do gás g , referente ao combustível c no nível de categorização n , no ano i , na Unidade da Federação UF onde se encontra o município MUN .

A tabela presente na próxima página mostra as combinações entre *(i) combustíveis, (ii) níveis de categorização e (iii) fatores de alocação*, bem como evidencia, em cada caso, o período em que foi possível alocar as emissões e a fonte de informações utilizada. Já na página 47, avalia-se a qualidade dos dados utilizados para alocação das estimativas de emissões nos municípios.

Por fim, destaca-se que, no último ano analisado, o método aqui exposto possibilitou a alocação de 77% das emissões nacionais do setor de Energia.

Frisa-se mais uma vez que a metodologia baseada em fatores de alocação ainda é um tanto simplificada, e os resultados obtidos dessa maneira podem apresentar diferenças relevantes em relação a inventários locais específicos. Por outro lado, como a grande maioria dos municípios não possuem inventários sistematizados, a iniciativa de alocação municipal das emissões pode trazer diretrizes para que as cidades entendam suas principais fontes de emissão e implementem políticas de redução. Além disso, esse esforço evidencia lacunas em relação ao nível de detalhamento e qualidade dos dados acessíveis necessários aos cálculos de emissão, o que também pode orientar o planejamento de ações que visem elevar a disponibilidade e abrangência de tais informações.

ALOCAÇÃO DAS EMISSÕES MUNICIPAIS

Combustível	Categoria	Subcategoria	Finalidade/ Veículo	Nível de Categorização	Fator de Alocação	Período Abaixo				
						1970-99	2000-04	2005-06	2007-08	2010-22
Álcool hidratado	Transportes	Rodoviário	NÃO IDENTIFICADO	Atividade de transporte sem categorização veicular	Proporção das vendas de etanol hidratado		ANP (Vendas Totais)		ANP (Vendas por Atividade)	
Carvão Vapor	Geração de Eletricidade	NÃO SE APLICA	Centrais Elétricas de Serviço Público	Geração de eletricidade em termelétricas de serviço público	Proporção do consumo de carvão vapor em termelétricas					MME (Consumo)
Coque de Petróleo	Industrial	DIVERSAS	Consumo Final Energético	Consumo de energia em atividades industriais (cerâmica, cimento, mineração e pelletização, química e outras indústrias)	Proporção das vendas de coque de petróleo por categoria de atividade				ANP (Vendas por Atividade)	
Diesel de Petróleo	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	Nenhuma categorização em níveis de atividade	Proporção das vendas de óleo diesel		ANP (Vendas Totais)			
	DIVERSAS	DIVERSAS	DIVERSAS	Atividades categorizadas e subcategorizadas por finalidade de uso de energia	Proporção das vendas de óleo diesel por categoria de atividade				ANP (Vendas por Atividade)	
Gás de Refinaria	Produção de Combustíveis	Refino de petróleo	Centrais Elétricas Auto produtoras Consumo Final Energético	Atividade de refino de petróleo para produção de combustíveis, categorizada por finalidade de uso de energia	Proporção do volume de petróleo refinado		ANP (Refino de Petróleo)			
	Industrial	Química	Centrais Elétricas Auto produtoras Consumo Final Energético	Atividade industrial química, categorizada por finalidade de uso de energia	Proporção do volume de petróleo refinado		ANP (Refino de Petróleo)			
Gás Natural	Geração de Eletricidade	NÃO SE APLICA	Centrais Elétricas de Serviço Público	Geração de eletricidade em termelétricas de serviço público	Proporção do consumo de gás natural seco em termelétricas					MME (Consumo)
	Transportes	Rodoviário	Automóveis	Atividade de transporte na UFSP com categorização veicular	Proporção do consumo de gás natural seco no setor automotivo				SEM - SP (Consumo)	
	Residencial	NÃO SE APLICA	Consumo Final Energético	Consumo de energia em atividade residencial na UFSP	Proporção do consumo de gás natural seco no setor residencial				SEM - SP (Consumo)	
	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	Consumo de energia na UFSP sem nenhuma categorização em níveis de atividade	Proporção do consumo de gás natural seco e úmido (exceto nos setores automotivo, residencial e elétrico - serviço público)				SEM - SP (Consumo)	
Gasolina Automotiva	Transportes	Rodoviário	NÃO IDENTIFICADO	Atividade de transporte sem categorização veicular	Proporção das vendas de gasolina C		ANP (Vendas Totais)		ANP (Vendas por Atividade)	
Gasolina C	Transportes	Rodoviário	NÃO IDENTIFICADO	Atividade de transporte sem categorização veicular	Proporção das vendas de gasolina C		ANP (Vendas Totais)		ANP (Vendas por Atividade)	
Gasolina de Aviação	Transportes	Aéreo	Aeronaves	Atividade de transporte com categorização veicular	Proporção das vendas de gasolina de aviação		ANP (Vendas Totais)		ANP (Vendas por Atividade)	
GLP	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	Consumo Final Energético	Consumo de energia em atividades não categorizadas	Proporção das vendas de GLP		ANP (Vendas Totais)			
	DIVERSAS	DIVERSAS	Consumo Final Energético	Consumo de energia em atividades categorizadas	Proporção das vendas de GLP por categoria de atividade				ANP (Vendas por Atividade)	
Óleo Combustível	Produção de Combustíveis	Refino de petróleo	Centrais Elétricas Auto produtoras Consumo Final Energético	Atividade de refino de petróleo para produção de combustíveis, categorizada por finalidade de uso de energia	Proporção do volume de petróleo refinado		ANP (Refino de Petróleo)			
	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	Nenhuma categorização em níveis de atividade	Proporção das vendas de óleo combustível, descontando as emissões alocadas em atividades específicas		ANP (Vendas Totais)			
	DIVERSAS	DIVERSAS	DIVERSAS	Atividades categorizadas e subcategorizadas por finalidade de uso de energia	Proporção das vendas de óleo combustível por categoria de atividade				ANP (Vendas por Atividade)	
Óleo Diesel	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	NÃO IDENTIFICADO	Nenhuma categorização em níveis de atividade	Proporção das vendas de óleo diesel		ANP (Vendas Totais)			
	DIVERSAS	DIVERSAS	DIVERSAS	Atividades categorizadas e subcategorizadas por finalidade de uso de energia	Proporção das vendas de óleo diesel por categoria de atividade				ANP (Vendas por Atividade)	
Querosene de Aviação	Transportes	Aéreo	Aeronaves	Atividade de transporte com categorização veicular	Proporção do consumo de querosene de aviação nos voos que partiram e/ou chegaram em cidade municipal			ANAC / IEMA (Consumo por aeroporto)		
Petróleo	Produção de Combustíveis	Refino de Petróleo	NÃO SE APLICA	Emissões fugitivas no refino de petróleo	Proporção do volume de petróleo refinado		ANP (Refino de Petróleo)			

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ALOCAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE EMISSÕES NOS MUNICÍPIOS DO BRASIL (ANO-BASE 2023)

Setor/ Sub-Sector / Categorias	Ocorrência de alocação	Critério de Alocação	Nível de Atividade		Necessidade de Aprimoramento	Qualidade Geral da Alocação	% do total das Emissões	Emissões (ton GWP)	Proporção com Boa Qualidade (1)	Proporção com Boa Qualidade (1 e 2)
			Existência do Dado	Disponibilidade do Dado						
ENERGIA							18%	426.940.769	0,0%	35,4%
Emissões pela queima de combustíveis										
Alcatrão	3	n/a	3	3	2	n/a	0,01%	305.252	0,00%	0,00%
Alcool hidratado	2	2	2	2	2	2	0,04%	872.804	0,00%	0,20%
Bagago de Cana	3	n/a	3	3	2	n/a	0,04%	830.629	0,00%	0,00%
Biogás	3	n/a	3	3	2	n/a	0,13%	3.154.093	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3100	3	n/a	3	3	2	n/a	0,01%	282.265	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3300	2	2	2	2	2	2	0,00%	1.049	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 3700	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	5.483	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4200	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	18.581	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4500	2	2	2	2	2	2	0,00%	12.863	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 4700	3	n/a	3	3	2	n/a	0,03%	610.656	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 5200	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	84.005	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 5900	3	n/a	3	3	2	n/a	0,02%	408.169	0,00%	0,00%
Carvão Vapor 6000	2	2	2	2	2	2	0,01%	318.499	0,00%	0,07%
Carvão Vapor Sem Especificação	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	-	0,00%	0,00%
Carvão Vegetal	3	n/a	3	3	2	n/a	0,17%	3.986.664	0,00%	0,00%
Coque de Carvão Mineral	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	-	0,00%	0,00%
Coque de petróleo	2	2	2	2	2	2	0,01%	181.205	0,00%	0,04%
Diesel de Petróleo	2	2	2	2	2	2	0,02%	508.154	0,00%	0,12%
Gás Canalizado RJ	3	n/a	3	3	2	n/a	0,58%	13.720.777	0,00%	0,00%
Gás Canalizado SP	3	n/a	3	3	2	n/a	6,79%	159.937.607	0,00%	0,00%
Gás de Coqueria	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	-	0,00%	0,00%
Gás de Refinaria	2	3	2	2	2	3	0,00%	-	0,00%	0,00%
Gás Natural	2	2	2	2	2	2	0,13%	3.029.097	0,00%	0,71%
Gasolina Automotiva	2	2	2	2	2	2	0,40%	9.444.026	0,00%	2,21%
Gasolina C	2	2	2	2	2	2	1,77%	41.668.644	0,00%	9,76%
Gasolina de aviação	2	2	2	2	2	2	0,57%	13.348.628	0,00%	3,13%
GLP	2	2	2	2	2	2	3,28%	77.351.523	0,00%	18,12%
Lenha	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	95.816	0,00%	0,00%
Lenha Carvoejamento	3	n/a	3	3	2	n/a	0,93%	21.888.265	0,00%	0,00%
Lixívia	3	n/a	3	3	2	n/a	0,45%	10.647.665	0,00%	0,00%
Nafta	3	n/a	3	3	2	n/a	0,03%	634.245	0,00%	0,00%
Óleo combustível	2	2	2	2	2	2	0,01%	212.987	0,00%	0,05%
Óleo diesel	2	2	2	2	2	2	0,00%	-	0,00%	0,00%
Outras biomassas	3	n/a	3	3	2	n/a	0,68%	16.143.341	0,00%	0,00%
Outras Não Renováveis	3	n/a	3	3	2	n/a	0,01%	124.137	0,00%	0,00%
Outros Energéticos de Petróleo	3	n/a	3	3	2	n/a	0,23%	5.390.791	0,00%	0,00%
Querosene de aviação	2	2	2	2	2	2	0,17%	4.027.883	0,00%	0,94%
Querosene Iluminante	3	n/a	3	3	2	n/a	0,69%	16.224.739	0,00%	0,00%
Emissões fugitivas								16.275		
Extração de carvão mineral: CH ₄	3	n/a	3	3	2	n/a	0,00%	-	0,00%	0,00%
Extração de carvão mineral: CO ₂	3	n/a	3	3	2	n/a	0,06%	1.312.193	0,00%	0,00%
Indústria de petróleo e gás natural	2	3	2	2	3	3	0,85%	20.141.757	0,00%	0,00%

Legenda para Análise de Qualidade da ALOCAÇÃO DE EMISSÕES POR MUNICÍPIO

Aspecto	Valores
OCORRÊNCIA DE ALOCAÇÃO	1 Alocação possível de toda emissão estadual nos municípios (não fica resíduo/montante não alocado).
	2 Alocação parcialmente possível. Parte das emissões estaduais não foi alocada.
	3 Alocação para os municípios não foi possível.
CRITÉRIO DE ALOCAÇÃO	1 Critério de alocação está diretamente relacionado com os fatores de emissão.
	2 Critério de alocação usa fatores indiretos com alta correlação com os fatores diretos.
	3 Critério de alocação usa fatores indiretos com baixa correlação com fatores diretos.
EXISTÊNCIA DE DADO DE ATIVIDADE	Dados existentes para cálculo de acordo com Tier do 2o inventário (inclui dados existentes em associações de classe, 1 mesmo que não sejam públicos). Dados que só existem nas empresas ou agentes econômicos específicos não serão considerados.
	2 Dados incompletos.
	3 Dados não existentes.
DISPONIBILIDADE DE DADOS DE ATIVIDADE	1 Dados disponíveis de forma pública e gratuita.
	2 Dados disponíveis com alguma restrição (pago; em local físico específico, ou disponível apenas mediante solicitação específica).
	3 Dados não disponíveis.
NECESSIDADE APRIMORAMENTO	1 Sem necessidade de aprimoramento.
	2 Necessidade de aprimoramento de método OU obtenção dos dados para cálculo.
	3 Necessidade de aprimoramento de método E obtenção de dados para cálculo.
QUALIDADE GERAL DA ALOCAÇÃO	1 Dado confiável; capaz de reproduzir 2o inventário.
	2 Dado confiável para estimativa; inventário pode gerar diferenças significativas.
	3 Dado pouco confiável ou de difícil avaliação.

EMISSÕES ALOCADAS EM MUNICÍPIOS POR COMBUSTÍVEL			
COMBUSTÍVEIS	EMISSÕES TOTAIS EM 2023 (tCO ₂ e GWP-AR5)	PARCELA DO TOTAL NACIONAL	PARCELA ALOCADA EM MUNICÍPIOS
Emissões pela queima de combustíveis	414.099.258,51	95%	78%
Alcatrão	305.252,20	0%	0%
Álcool anidro	872.804,29	0%	100%
Álcool hidratado	830.628,95	0%	100%
Bagaço de cana	3.154.093,37	1%	0%
Biodiesel	282.264,77	0%	100%
Biogás	1.048,56	0%	0%
Carvão mineral	8.612.439,88	2%	100%
Carvão vapor 3100	5.482,50	0%	0%
Carvão vapor 3300	18.581,43	0%	0%
Carvão vapor 3700	12.862,95	0%	0%
Carvão vapor 4200	610.655,66	0%	0%
Carvão vapor 4500	84.004,95	0%	0%
Carvão vapor 4700	408.169,21	0%	0%
Carvão vapor 5200	318.499,22	0%	0%
Carvão vapor 5900	-	n/a	n/a
Carvão vapor 6000	3.986.664,00	0%	0%
Carvão vapor sem especificação	-	n/a	n/a
Carvão vegetal	181.204,52	0%	0%
Coque de carvão mineral	508.154,38	0%	0%
Coque de petróleo	13.720.777,07	3%	97%
Diesel de petróleo	159.937.606,86	38%	98%
Gás canalizado RJ	-	n/a	n/a
Gás canalizado SP	-	n/a	n/a
Gás de coqueria	3.029.097,48	1%	0%
Gás de refinaria	9.444.026,32	2%	100%
Gás natural	55.017.271,64	15%	22%
Gasolina automotiva	77.351.523,03	18%	100%
Gasolina de aviação	95.816,36	0%	100%
GLP	21.888.264,63	5%	100%
Lenha	10.647.665,23	3%	0%
Lenha carvoejamento	634.245,42	0%	0%
Lixívia	212.987,11	0%	0%
Nafta	-	n/a	n/a
Óleo combustível	16.143.341,04	2%	71%
Outras biomassas	124.136,82	0%	0%
Outras não renováveis	5.390.790,95	1%	0%
Outros energéticos de petróleo	4.027.883,14	1%	0%
Querosene de aviação	16.224.739,19	2%	100%
Querosene iluminante	16.275,39	0%	0%
Emissões fugitivas	21.642.441,95	5%	60%
Carvão mineral	1.312.192,73	0%	0%
Gás natural sem especificação	452.658,55	0%	0%
Petróleo	19.877.590,67	5%	65%
Total Nacional	412.486.072,59	100%	77%

EMISSÕES ALOCADAS EM MUNICÍPIOS POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO			
UF	EMISSÕES TOTAIS EM 2023 (tCO2e GWP-AR5)	PARCELA DO TOTAL NACIONAL	PARCELA ALOCADA EM MUNICÍPIOS
AC	761.633,16	0%	100%
AL	3.183.896,79	1%	84%
AM	8.329.949,79	2%	92%
AP	607.714,18	0%	100%
BA	20.929.151,41	5%	87%
CE	7.574.663,87	2%	94%
DF	3.982.134,60	1%	100%
ES	8.901.581,60	2%	67%
GO	13.733.817,06	3%	100%
MA	9.525.251,93	2%	99%
MG	36.893.691,27	9%	94%
MS	7.467.844,94	2%	98%
MT	13.471.055,19	3%	100%
PA	12.181.263,29	3%	100%
PB	3.629.012,01	1%	91%
PE	9.199.013,69	2%	89%
PI	3.019.807,17	1%	100%
PR	25.118.387,02	6%	98%
RJ	41.740.948,98	10%	43%
RN	3.734.088,84	1%	89%
RO	2.866.684,28	1%	100%
RR	1.314.248,56	0%	100%
RS	24.361.117,56	6%	93%
SC	19.140.602,93	5%	86%
SE	2.758.323,24	1%	78%
SP	89.523.057,03	21%	86%
TO	3.575.344,61	1%	100%
NA	58.217.415,46	10%	0%
Total Geral	435.741.700,46	100%	77%

