

1. OBJETO

Este Informativo Técnico tem por objetivo descrever brevemente a metodologia de cálculo, apresentar os fatores de emissão e as referências bibliográficas utilizadas nas estimativas de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) presentes nos planos de energia (PDE e PNE), no Balanço Energético Nacional (BEN) e nos demais produtos publicados pela EPE em conjunto com o Ministério de Minas e Energia (MME).

Não se trata de um detalhamento exaustivo da metodologia, pois a principal intenção é dar transparência aos fatores de emissão e às referências bibliográficas utilizadas pela EPE. Assim, caso o leitor procure por maiores detalhamentos, recomendamos que os busquem na bibliografia referenciada nesse Informe Técnico. Além disso, esse informe técnico passará por revisões periódicas à medida que novos métodos e fatores de emissão forem atualizados e incorporados nas ferramentas de cálculo utilizadas pela EPE.

É importante observar que as estimativas de emissões de GEE realizadas pela EPE não se sobrepõem àquelas de responsabilidade do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), pois se ocupam dos dados referentes a períodos ou anos cujas estatísticas realizadas pelo MCTI não estão disponíveis, quais sejam, o ano anterior ao ano corrente (caso do BEN e Anuário Estatístico de Energia Elétrica) e os anos vindouros e vinculados aos cenários descritos nos Planos de Energia (casos do PDE e PNE). Portanto, com exceção do BEN e do Anuário Estatístico, podemos dizer que enquanto o esforço do MCTI se concentra nas estatísticas dos anos passados, a EPE se ocupa majoritariamente das estimativas de emissões dos anos futuros e, vale destacar, apenas para o setor Energia.

2. BASE DE DADOS E REFERÊNCIAS CONSULTADAS

As principais referências utilizadas para as estimativas de emissões realizadas pela EPE provêm do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e do MCTI, e são todas relacionadas à metodologia para a realização de inventários nacionais de emissões e remoções de GEE.

No que diz respeito ao IPCC, toma-se como referência os *Guidelines* para realização de inventários nacionais no setor Energia, na versão de 2006 (IPCC, 2006). E do MCTI, a título complementar, utiliza-se o próprio Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa publicado juntamente com a Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC (BRASIL, 2020), bem como os relatórios de referência do setor Energia de cada inventário (MCTI, 2020).

Especificamente para as emissões fugitivas, utiliza-se também como referência os métodos aplicados nos relatórios anuais de estimativas de emissões de GEE, publicados pelo MCTI (MCTI, 2013, 2022), e o refinamento metodológico dos *Guidelines* de 2006 do IPCC, publicado em 2019 (IPCC, 2019).

3. METODOLOGIA UTILIZADA NOS PLANOS DE ENERGIA E NO BEN

As emissões de gases de efeito estufa do setor de Energia ocorrem por dois tipos de processos: i) a queima de combustíveis e ii) as emissões fugitivas. O primeiro corresponde à combustão dos diferentes tipos de combustíveis primários e secundários para geração de calor, força motriz, geração de energia elétrica ou outro tipo de transformação. Já as emissões fugitivas caracterizam-se por vazamentos, evaporação ou perdas, sobretudo nos setores de petróleo e gás natural e de mineração de carvão, sem que haja aproveitamento energético. Em todos os casos, os GEE considerados nas estimativas da EPE compreendem apenas CO₂, CH₄ e N₂O, que são aqueles mais relevantes para o setor Energia.

Os próximos itens procuram elucidar a metodologia de cálculo em cada caso.

3.1 Queima de combustíveis

As estimativas de emissões de GEE devido à queima de combustíveis seguem a abordagem *bottom-up* (abordagem setorial) e são feitas pela multiplicação do dado de consumo dos combustíveis (atividade) nos diferentes setores pelos respectivos fatores de emissão. No caso das estimativas realizadas pela EPE, o consumo de combustíveis é tomado da matriz energética consolidada (idêntica à apresentada no BEN). Isso é possível pois, a cada Plano, seja de médio ou longo prazo, os resultados de oferta e demanda futura de energia são consolidados nesse tipo de matriz. Portanto, para cada ano do horizonte do Plano em questão há uma matriz, permitindo o cálculo das emissões a partir de uma visão integrada do setor de Energia com o uso da metodologia de inventários nacionais de emissões de GEE do IPCC.

Assim, calcula-se as emissões a partir da multiplicação do consumo energético de cada combustível (em mil tep) pelos respectivos fatores de emissão (em tGEE/mil tep). Os resultados são expressos por setor, tipo de combustível e tipo de GEE.

Por fim, calcula-se também as emissões totais expressas em unidades de CO₂ equivalentes, utilizando o GWP (*Global Warming Potential* - Potencial de aquecimento global) proposto no relatório AR5 do IPCC (IPCC, 2014), sendo 28 para o CH₄ e 265 para o N₂O.

O item 4 deste documento apresenta os fatores de emissão utilizados.

3.2 Emissões fugitivas

A metodologia utilizada para o cálculo das emissões fugitivas é semelhante à utilizada pelo MCTI nos relatórios anuais de estimativas de emissões. De acordo com essa metodologia, as emissões fugitivas são estimadas por meio de regressão linear a partir dos dados anuais de produção de petróleo, gás, natural e carvão mineral e dados históricos de emissões provenientes do inventário nacional. Assim, trata-se de uma aproximação estatística.

É reconhecido que há avanços metodológicos no que tange às emissões fugitivas publicadas no Quarto Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (BRASIL, 2020). Entretanto, esses avanços ainda não foram incorporados nas ferramentas de cálculo utilizadas pela EPE. A EPE tem envidado esforços para criar metodologias específicas para as projeções de emissões fugitivas, sobretudo aquelas com origem na exploração e produção de petróleo e gás natural. O objetivo é o uso de metodologias que sejam aderentes à indústria nacional e que contemplem cenários de redução dessas emissões, uma vez que já existem iniciativas nesse sentido.

3.2.1 Emissões fugitivas da exploração e produção de petróleo e gás natural

Para as emissões relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás natural, utiliza-se a correlação encontrada pelo MCTI entre a variação da produção de petróleo e variação das emissões fugitivas relatadas nos inventários nacionais (MCTI, 2013), conforme o Gráfico 1 abaixo. Para uso da equação apresentada no gráfico, utiliza-se como ano base as emissões fugitivas do ano 2010.

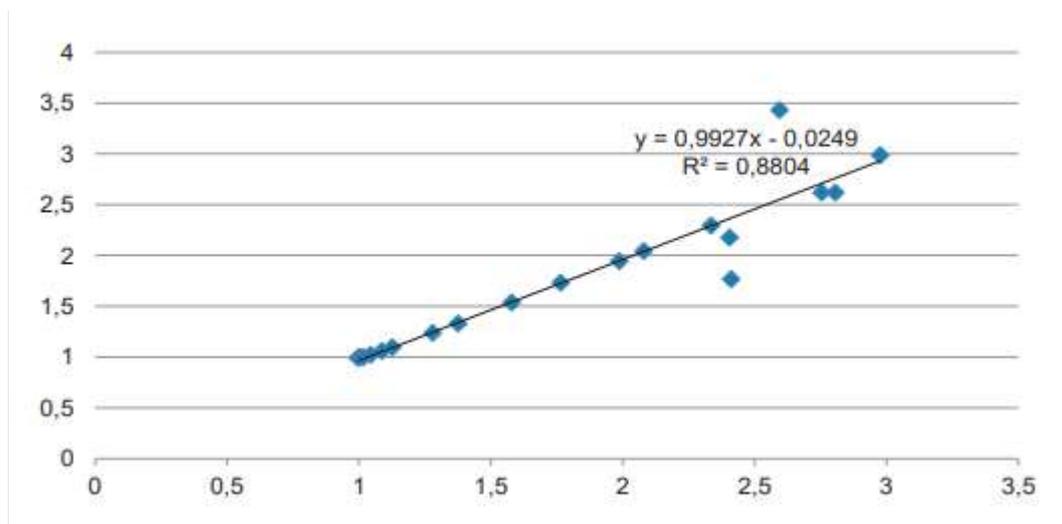


Gráfico 1 – Correlação entre a variação da produção de petróleo e a variação das emissões fugitivas de GEE

3.2.2 Emissões fugitivas do refino de petróleo

Para as emissões relacionadas ao refino, utiliza-se a correlação encontrada pelo MCTI entre a variação do volume de petróleo processado nas refinarias e as emissões fugitivas relatadas nos inventários nacionais (MCTI, 2013), conforme o Gráfico 2 a seguir. Para uso da equação apresentada no gráfico, utiliza-se como ano base as emissões fugitivas do ano 2010.

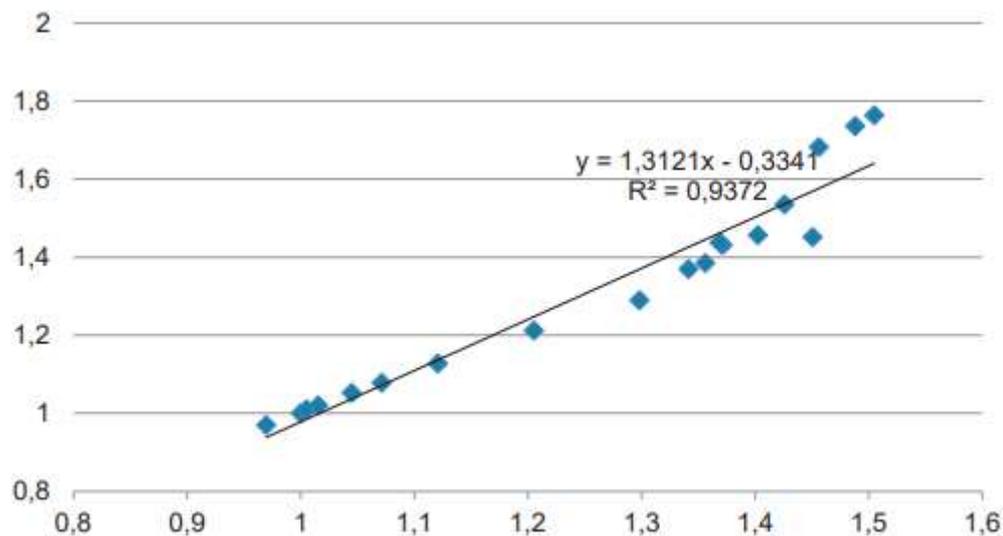


Gráfico 2 - Correlação entre a variação do volume de petróleo processado nas refinarias e a variação das emissões fugitivas de GEE

3.2.3 Emissões fugitivas do transporte de óleo e gás

No caso das emissões relacionadas ao transporte de óleo e gás utiliza-se a intensidade de emissões calculada pela divisão entre a soma da produção e do refino de petróleo e as emissões fugitivas associadas a essa rubrica, publicadas no inventário nacional. Utiliza-se como referência a intensidade do ano de 2010, conforme Tabela 1 abaixo. Para encontrar as emissões futuras multiplica-se a soma da produção e do refino de óleo pelo indicador de intensidade.

Tabela 1 – Fatores de intensidade de emissões para as fugitivas do transporte de óleo e gás

Gás	Intensidade (Gg GEE/mil tep)
CO ₂	0,000312
CH ₄	0,0000055
N ₂ O	1,00519E-08

3.2.4 Emissões fugitivas da mineração de carvão mineral

As emissões fugitivas de CH₄ oriundas da mineração de carvão mineral variam conforme o tipo de mina. Para as estimativas de emissões utilizam-se os fatores de emissão apresentados na Tabela 2, de acordo com IPCC (2019). Esses fatores correspondem ao fator de emissão *Tier 1 default* de nível baixo, escolhido por estar mais próximo da relação encontrada entre as emissões fugitivas relacionadas

nos inventários nacionais e a produção total de carvão relatada no BEN. Os fatores de emissão apresentados na Tabela 2 contemplam as emissões fugitivas da mineração e da pós-mineração.

Tabela 2 – Fatores de emissão fugitiva de CH₄ por tipo de mineração.

Tipo de mineração	F.E.	Unidade
Céu aberto	0,27	kgCH ₄ /ton carvão
Subterrânea	7,30	kgCH ₄ /ton carvão

O dado de atividade é a produção total de carvão mineral (carvão vapor), porém é necessário desagregar entre os dois tipos de mina. Para tanto, utiliza-se a média histórica de participação dos dois tipos de mineração no total de carvão ROM (*Run of mine*) produzido, quais sejam, 42% para a mineração a céu aberto e 54% para a mineração subterrânea.

As emissões fugitivas de CO₂ e N₂O da mineração são pouco significativas e por esse motivo são consideradas nulas na metodologia adotada pela EPE.

4. FATORES DE EMISSÃO

Os fatores de emissão utilizados têm como referência os relatórios do IPCC sobre metodologia para inventários nacionais de emissões e remoções de gases de efeito estufa, mais especificamente os relatórios sobre o setor de Energia. A primeira versão da metodologia do IPCC foi publicada em 1996 e, posteriormente, revisada em 2006. Mais recentemente, em 2019, foi publicado um refinamento da metodologia publicada em 2006. No setor de energia, foram feitos refinamentos apenas na metodologia de cálculo das emissões fugitivas.

Todos os fatores de emissão utilizados pela EPE nas estimativas de emissões de GEE correspondem ao *Tier 1 (default)* do IPCC para combustão estacionária (tabela 2.2 de IPCC (2006)).

4.1 Queima de combustíveis

As Tabelas 3, 4 e 5, a seguir, apresentam, respectivamente, os fatores de emissão de CO₂, CH₄ e N₂O, por tipo de combustível. Os valores são apresentados na unidade original disponibilizada pelo IPCC e na unidade de trabalho utilizada pela EPE, em tGEE/mil tep.

Tabela 3 – Fatores de emissão de CO₂

Combustível	tCO₂/TJ	tCO₂/mil tep	REF.
ALCATRÃO	107.000	4.480	IPCC (2006) e MCTI (2020)
ÁLCOOL ANIDRO E HIDRATADO	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
CARVÃO METALÚRGICO	94.600	3.961	IPCC (2006) e MCTI (2020)
CARVÃO VAPOR	96.100	4.024	IPCC (2006) e MCTI (2020)
CARVÃO VEGETAL	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
COQUE DE CARVÃO MINERAL	107.000	4.480	IPCC (2006) e MCTI (2020)
COQUE DE PETRÓLEO	97.500	4.082	IPCC (2006) e MCTI (2020)
ELETRICIDADE	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
ENERGIA HIDRÁULICA	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
GÁS DE COQUERIA	44.400	1.859	IPCC (2006) e MCTI (2020)
GÁS DE REFINARIA	57.600	2.412	IPCC (2006) e MCTI (2020)
GÁS NATURAL	56.100	2.349	IPCC (2006) e MCTI (2020)
GASOLINA	69.300	2.901	IPCC (2006) e MCTI (2020)
GLP	63.100	2.642	IPCC (2006) e MCTI (2020)
LENHA	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
NAFTA	73.300	3.069	IPCC (2006) e MCTI (2020)
ÓLEO COMBUSTIVEL	77.400	3.241	IPCC (2006) e MCTI (2020)
ÓLEO DIESEL ¹	74.100	3.102	IPCC (2006) e MCTI (2020)
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	73.300	3.069	IPCC (2006) e MCTI (2020)
PETRÓLEO	73.300	3.069	IPCC (2006) e MCTI (2020)
PRODUTOS DA CANA	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)

¹ Utiliza-se um deflator vinculado aos fatores de emissão do diesel de modo a captar o benefício da redução de emissão devido à mistura do biodiesel (Bx). Esse deflator é equivalente ao percentual de mistura do biodiesel no diesel mineral.

Combustível	tCO ₂ /TJ	tCO ₂ /mil tep	REF.
PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
QUEROSENE	71.500	2.994	IPCC (2006) e MCTI (2020)
URÂNIO CONTIDO NO UO ₂	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)
URÂNIO U ₃ O ₈	0	0	IPCC (2006) e MCTI (2020)

Tabela 4 – Fatores de emissão de CH₄

Combustível	kgCH ₄ /TJ	tCH ₄ /mil tep	REF.
ALCATRÃO	1	0,042	IPCC (2006)
ÁLCOOL ANIDRO E HIDRATADO	3	0,126	IPCC (2006)
CARVÃO METALÚRGICO	1	0,042	IPCC (2006)
CARVÃO VAPOR	1	0,042	IPCC (2006)
CARVÃO VEGETAL	200	8,374	IPCC (2006)
COQUE DE CARVÃO MINERAL	1	0,042	IPCC (2006)
COQUE DE PETRÓLEO	3	0,126	IPCC (2006)
ELETRICIDADE	0	0,000	IPCC (2006)
ENERGIA HIDRÁULICA	0	0,000	IPCC (2006)
GÁS DE COQUERIA	1	0,042	IPCC (2006)
GÁS DE REFINARIA	1	0,042	IPCC (2006)
GÁS NATURAL	1	0,042	IPCC (2006)
GASOLINA	3	0,126	IPCC (2006)
GLP	1	0,042	IPCC (2006)
LENHA	30	1,256	IPCC (2006)
NAFTA	3	0,126	IPCC (2006)
ÓLEO COMBUSTIVEL	3	0,126	IPCC (2006)
ÓLEO DIESEL	3	0,126	IPCC (2006)

Combustível	kgCH₄/TJ	tCH₄/mil tep	REF.
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	3	0,126	IPCC (2006)
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	3	0,126	IPCC (2006)
PETRÓLEO	3	0,126	IPCC (2006)
PRODUTOS DA CANA	30	1,256	IPCC (2006)
PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO	0	0,000	IPCC (2006)
QUEROSENE	3	0,126	IPCC (2006)
URÂNIO CONTIDO NO UO ₂	0	0,000	IPCC (2006)
URÂNIO U ₃ O ₈	0	0	IPCC (2006)

Tabela 5 – Fatores de emissão de N₂O

Combustível	kgN₂O/TJ	tN₂O/mil tep	REF.
ALCATRÃO	1,5	0,063	IPCC (2006)
ÁLCOOL ANIDRO E HIDRATADO	0,6	0,025	IPCC (2006)
CARVÃO METALÚRGICO	1,5	0,063	IPCC (2006)
CARVÃO VAPOR	1,5	0,063	IPCC (2006)
CARVÃO VEGETAL	4,0	0,167	IPCC (2006)
COQUE DE CARVÃO MINERAL	1,5	0,063	IPCC (2006)
COQUE DE PETRÓLEO	0,6	0,025	IPCC (2006)
ELETRICIDADE	0,0	0,000	IPCC (2006)
ENERGIA HIDRÁULICA	0,0	0,000	IPCC (2006)
GÁS DE COQUERIA	0,1	0,004	IPCC (2006)
GÁS DE REFINARIA	0,1	0,004	IPCC (2006)
GÁS NATURAL	1,0	0,042	IPCC (2006)
GASOLINA	0,6	0,025	IPCC (2006)
GLP	0,1	0,004	IPCC (2006)

Combustível	kgN₂O/TJ	tN₂O/mil tep	REF.
LENHA	4,0	0,167	IPCC (2006)
NAFTA	0,6	0,025	IPCC (2006)
ÓLEO COMBUSTIVEL	0,6	0,025	IPCC (2006)
ÓLEO DIESEL	0,6	0,025	IPCC (2006)
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	0,6	0,025	IPCC (2006)
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	0,6	0,025	IPCC (2006)
PETRÓLEO	0,6	0,025	IPCC (2006)
PRODUTOS DA CANA	4,0	0,167	IPCC (2006)
PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO	0,0	0,000	IPCC (2006)
QUEROSENE	0,6	0,025	IPCC (2006)
URÂNIO CONTIDO NO UO2	0,0	0,000	IPCC (2006)
URÂNIO U3O8	0,0	0	IPCC (2006)

5. FATORES DE EMISSÃO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Em alguns relatórios produzidos pela EPE, a exemplo do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, faz-se necessário o cálculo das emissões de GEE a partir da geração de energia elétrica. Nesses casos, utiliza-se como referência os fatores de emissão do IPCC (2006), transformados para unidade tGEE/MWh, conforme apresentado nas tabelas 6 a 8, a seguir.

O dado de atividade é a geração de energia nas centrais termelétricas para cada tipo de combustível. As emissões são calculadas multiplicando-se os fatores de emissão pela energia gerada nas termelétricas, variando o fator de emissão conforme o combustível utilizado. Note-se também que para utilização desse fator de emissão em tGEE/MWh deve-se levar em consideração a eficiência térmica da conversão. Os valores de eficiência apresentados nas tabelas 6 a 8 são valores típicos, a título de exemplo, e eventualmente podem ser diferentes, o que também alterará o fator de emissão final. Quando maior a eficiência de conversão, menor será o fator de emissão final.

Tabela 6 – Fatores de emissão de CO₂ para a geração de energia elétrica

Combustível	Energia Térmica		Eficiência térmica (*)	Energia Elétrica		Fator de Emissão utilizado (tCO ₂ /MWh)
	(tC / TJ)	(tCO ₂ / TJ)		(tCO ₂ / TJ)	(tCO ₂ / GWh)	
Gás Natural simples	15,30	56,10	0,38	147,63	531,62	0,532
Gás Natural C.C.	15,30	56,10	0,55	102,00	367,30	0,367
Carvão Pulv.	25,80	94,60	0,31	305,16	1098,89	1,099
Carvão Leito Fluid.	25,80	94,60	0,39	242,56	873,48	0,873
Óleo Diesel	20,20	74,07	0,35	211,62	762,04	0,762
Óleo Combustível	21,10	77,37	0,36	214,91	773,88	0,774

* Valores médios de referência para novos empreendimentos

Tabela 7 – Fatores de emissão de CH₄ para geração de energia elétrica

Combustível	Energia Térmica	Eficiência térmica	Energia Elétrica		Fator de Emissão utilizado (tCO _{2eq} /MWh)
	tCH ₄ /TJ		(tCH ₄ /TJ)	(tCH ₄ /GWh)	
Gás Natural simples	0,001	0,38	0,0026	0,0095	0,0003
Gás Natural C.C.	0,001	0,55	0,0018	0,0065	0,0002
Carvão Pulv.	0,001	0,31	0,0032	0,0116	0,0003
Carvão Leito Fluid.	0,001	0,39	0,0026	0,0092	0,0003
Óleo Diesel	0,003	0,35	0,0086	0,0309	0,0009
Óleo Combustível	0,003	0,36	0,0083	0,0300	0,0008

Tabela 8 – Fatores de emissão de N₂O para geração de energia elétrica

Combustível	Energia Térmica	Eficiência térmica	Energia Elétrica		Fator de Emissão utilizado (tCO _{2eq} /MWh)
	tN ₂ O/TJ		(tN ₂ O/TJ)	(tN ₂ O/GWh)	
Gás Natural simples	0,0001	0,38	0,0003	0,0009	0,0003
Gás Natural C.C.	0,0001	0,55	0,0002	0,0007	0,0002
Carvão Pulv.	0,0020	0,31	0,0065	0,0232	0,0062
Carvão Leito Fluid.	0,0020	0,39	0,0051	0,0185	0,0049
Óleo Diesel	0,0010	0,35	0,0029	0,0103	0,0027
Óleo Combustível	0,0010	0,36	0,0028	0,0100	0,0027

6. RELATÓRIOS DA EPE QUE CONTÊM ESTIMATIVAS DE EMISSÕES

6.1 Plano Decenal de Energia

- Relatório do PDE 2031: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>
- Ferramenta interativa: Resultados detalhados das emissões de GEE – PDE 2031: <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/gee-calc/>

6.2 Plano Nacional de Energia – PNE 2050

- Relatório do PNE 2050: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>

6.3 Balanço Energético Nacional

- Relatório Síntese – BEN 2022: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf

6.4 Anuário Estatístico de Energia Elétrica

- Relatório online do Anuário Estatístico de Energia Elétrica: shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/anuario-livro/

7. EQUIPE

Coordenação executiva: Elisângela Medeiros de Almeida

Coordenação técnica: Hermani de Moraes Vieira

Equipe técnica:

Ana Dantas Mendez de Mattos

Guilherme de Paula Salgado

Leyla Adriana Ferreira da Silva

Marcos Ribeiro Conde

Mariana Lucas Barroso

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI. 2013. **Estimativas Anuais de Emissões de Efeito Estufa no Brasil. 1ª edição.** Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/estimativa_1ed.pdf/view>. Acesso em: nov. de 2022.

_____. 2020. **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.** Versão de agosto de 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-de-referencia-setorial>>.

_____. 2020. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC.** Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/4comunicacao/4_com_nac_brasil_web.pdf/@download/file/4_COM_NAC_BRASIL_WEB.pdf>

_____. 2022. **Estimativas Anuais de Emissões de Efeito Estufa no Brasil. 6ª edição.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>>. Acesso em: nov. de 2022.

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. 2006. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy.** Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>>. Acesso em: nov. de 2022.

_____. 2014. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acesso em: nov. de 2022.

_____. 2019. **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 - Energy.** Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol2.html>>. Acesso em: nov. de 2022.