



Eletrobras

**Inventário de emissões de
gases de efeito estufa**

ano base 2011

junho 2012



Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Empresas Eletrobras

Inventário de emissões de gases de efeito estufa

ano base 2011

junho 2012

Grupo de Trabalho Estratégia Climática (GT 3)

Subcomitê de Meio Ambiente (SCMA)

**Comitê de Operação, Planejamento, Engenharia e
Meio Ambiente (Copem)**

Conselho Superior do Sistema Eletrobras (Consise)



Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Conselho Superior do Sistema Eletrobras – Consise

Comitê de Operação, Planejamento, Engenharia e Meio Ambiente – Copem

Coordenador: Valter Luiz Cardeal de Souza - Eletrobras

Subcomitê de Meio Ambiente do Sistema Eletrobras - SCMA

Coordenadora: Maria Regina de Araújo Pereira – Eletrobras

Secretaria Executiva: Anna Teixeira Amorim Laureano – Eletrobras

Grupo de Trabalho Estratégia Climática – GT 3

Representantes titulares

Alexandre Mollica (coordenação) – Eletrobras Cepel

Maria Luiza Milazzo – Eletrobras

Luis Eduardo Piotrowicz – Eletrobras CGTEE

Ana Cláudia Santana de Almeida – Eletrobras Chesf

Georgia Penna de Araújo – Eletrobras Furnas

Ralph Kronemberger Lippi - Eletrobras Eletronorte

Raimundo Moreira Lima Filho – Eletrobras Eletronuclear

Marisa Bender – Eletrobras Eletrosul

Josefran Martins da Silva – Eletrobras Amazonas Energia

Anderson Braga Mendes – Itaipu Binacional

Representantes suplentes

Frederico Monteiro Neves – Eletrobras

Sávio de Jesus Cordeiro Martins – Eletrobras Amazonas Energia

Silviani Fröhlich - Eletrobras Eletronorte

Alessandra Kepinski – Eletrobras Eletronuclear

Colaboração especial

Érica Vilela Pereira Kurihara – Eletrobras Eletronorte

Gilson de Oliveira Mota – Eletrobras Eletronorte

Compilação e processamento dos dados

Alexandre Mollica – Eletrobras Cepel

Frederico Monteiro Neves – Eletrobras

Coordenação e redação final

Maria Luiza Milazzo – Eletrobras

Sumário

1. Apresentação	4
2. Premissas e procedimentos adotados	5
3. Resultados	8
4. Resultados por empresa	15
4.1 Eletrobras CGTEE	15
4.2 Chesf	16
4.3 Eletrobras Furnas	17
4.4 Eletrobras Eletronorte	18
4.5 Eletrobras Eletronuclear	19
4.6 Eletrobras Eletrosul	20
4.7 Eletrobras Amazonas Energia	21
4.8 Itaipu Binacional	22
4.9 Eletrobras Cepel	24
4.10 Eletrobras Holding	25
4.11 Eletrobras Distribuição Acre	26
4.12 Eletrobras Distribuição Alagoas	27
4.13 Eletrobras Distribuição Rondônia	28
4.14 Eletrobras Distribuição Roraima	29
4.15 Eletrobras Distribuição Piauí	30
5. Emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio (SOx e NOx)	31
6. Projeto piloto de sequestro florestal de carbono	34
7. Programa para Estratégia Climática	35
8. Referências	38
Anexos	39

1. Apresentação

Em consonância com a Política de Sustentabilidade das empresas Eletrobras e em atendimento à Resolução de Diretoria Executiva nº 1.262 de 2010, que estabelece o compromisso de inventariar anualmente suas emissões de gases de efeito estufa, apresentam-se neste documento os resultados obtidos para o Inventário de Gases de Efeito Estufa das empresas Eletrobras relativo ao ano de 2011.

Este Inventário consolida e torna público o montante estimado de emissões de gases de efeito estufa provenientes das empresas Eletrobras.

Este documento (edição 2012) compreende as emissões dos seguintes gases causadores do efeito estufa (GEE):

- Dióxido de Carbono (CO₂),
- Metano (CH₄),
- Óxido Nitroso (N₂O) e
- Hexafluoreto de Enxofre (SF₆).

Estas emissões foram calculadas considerando-se quinze das empresas Eletrobras: CGTEE, Furnas, Chesf, Eletronorte, Eletronuclear, Eletrosul, Amazonas Energia, Itaipu Binacional, Cepel, Eletrobras Distribuição Rondônia, Eletrobras Distribuição Piauí, Eletrobras Distribuição Acre, Eletrobras Distribuição Alagoas, Eletrobras Distribuição Roraima e a própria *holding*.

Como nas edições anteriores, este inventário segue a metodologia do IPCC (2006) e as diretrizes do *Greenhouse Gas Protocol* (WRI, 2004) - *GHG Protocol*¹, sendo assim, as emissões estimadas neste inventário foram:

- Do Escopo 1 (emissões diretas): fontes fixas (usinas termelétricas, grupos geradores diesel e outras fontes fixas - GLP e gás natural utilizados em cozinhas e laboratórios); fontes móveis (rodoviárias, aeroviárias e hidrovias) e emissões fugitivas (hexafluoreto de enxofre "SF₆" e gás consumido em recargas de extintores de incêndio);
- Do Escopo 2 (emissões indiretas): energia elétrica adquirida das redes distribuidoras, perdas na transmissão e perdas na distribuição.
- Do Escopo 3 (emissões indiretas): emissões provenientes de contratos com PIEs (produtores independentes de energia elétrica), viagens aéreas, transporte de colaboradores e logística terrestre.

¹ *GHG Protocol*: padrão corporativo de contabilização e comunicação de emissões de gases de efeito estufa, lançado em 1998 e revisado em 2004, reconhecido internacionalmente e hoje a ferramenta mais utilizada mundialmente pelas empresas e governos para entender, quantificar e gerenciar suas emissões.

Destaca-se que houve importante incremento de informação nesta edição em comparação aos anos anteriores:

- ✓ Inclusão de mais duas empresas: Eletrobras Distribuição Alagoas e Eletrobras Distribuição Roraima;
- ✓ Refinamento do Escopo 1: desagregação das fontes fixas em “UTES próprias”, “geradores” e “outras”; e abertura das fontes móveis em rodoviárias, aeroviárias e hidrovias;
- ✓ Aumento das fontes do Escopo 2: emissões relativas a perdas na distribuição de energia elétrica; as perdas na transmissão foram alocadas por empresa;
- ✓ Aumento das fontes do Escopo 3: emissões relativas a viagens aéreas, logística terrestre e transporte de colaboradores;
- ✓ Relato da estimativa das emissões de NOx e SOx das empresas Eletrobras.

2. Premissas e procedimentos adotados

- As informações necessárias à elaboração do inventário foram levantadas em cada uma das empresas por meio de seus representantes no GT 3 - Grupo de Trabalho Estratégia Climática, criado no âmbito do SCMA – Subcomitê de Meio Ambiente das empresas Eletrobras;
- No que tange aos limites organizacionais, este inventário, tal qual nos anos anteriores, foi elaborado com base no controle operacional²;
- As emissões correspondentes às perdas na transmissão de energia elétrica foram calculadas com base no Relatório Índice de Perdas na Transmissão do Sistema Eletrobras 2011 (Informe Técnico ETPO-003/2011) fornecido pela área de transmissão da *holding*. Neste ano, diferentemente da edição anterior, o resultado das emissões destas perdas está relatado para cada empresa transmissora separadamente;
- Nesta edição, foram computadas também as perdas nas redes das empresas distribuidoras de energia elétrica;

² Na abordagem de *controle operacional* uma organização responde por 100% das emissões de GEE das unidades sobre as quais tem controle operacional, não respondendo por aquelas provenientes de operações nas quais tem apenas participação societária. Possuir controle operacional sobre uma unidade/operação consiste no fato da organização – ou uma das suas subsidiárias – ter autoridade absoluta para introduzir e implementar políticas na operação em questão.

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

- As emissões resultantes da geração termelétrica proveniente de Produtores Independentes de Energia (PIEs), cuja energia é adquirida pelas concessionárias Eletrobras Amazonas Energia, Eletrobras Eletronorte, Eletrobras Distribuição Rondônia e Eletrobras Distribuição Acre e revendida ao consumidor final, são quantificadas no Escopo 3 e, portanto, separadas das emissões relativas ao parque termelétrico próprio das empresas Eletrobras, que é considerado no Escopo 1;
- Os fatores de emissão dos combustíveis derivados de petróleo no Brasil são diferentes dos utilizados internacionalmente por ser obrigatória a adição de uma fração de álcool de cana-de-açúcar nestes combustíveis, o que diminui o seu potencial poluidor e modifica a sua emissão de carbono quando queimados;
- O valor do conteúdo energético dos combustíveis consumidos foi calculado com base nos fatores de conversão que constam no BEN - Balanço Energético Nacional 2011 (ano base 2010);
- Para o cálculo das emissões provenientes do consumo de eletricidade, perdas na transmissão e perdas na distribuição foram utilizados os fatores de emissão médios do Sistema Interligado Nacional, publicados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI (2012);
- A metodologia de cálculo da parcela de consumo de eletricidade (escopo 2) foi modificada, não se considerando mais a energia elétrica usada no processo produtivo das usinas para não incorrer em dupla contagem;
- Apesar de não serem consideradas emissões que contribuem diretamente para o aquecimento global, são relatadas em capítulo à parte as emissões de SO_x e NO_x das empresas Eletrobras que possuem parque térmico a combustíveis fósseis (Cap. 5);
- Apresenta-se uma estimativa do carbono sequestrado pela área florestada existente na área de proteção permanente (APP) da UHE Itaipu (lado brasileiro) (Cap. 6);
- Não foram consideradas as emissões de reservatórios de hidrelétricas das empresas Eletrobras por não haver até o momento consenso científico internacional sobre metodologia que permita estimar as emissões de GEE nestes reservatórios e calcular o balanço de emissões (ou emissões líquidas) de corpos hídricos;
- Este inventário não foi verificado por terceira parte independente, porém todas as informações e memórias de cálculo, além de identificação das fontes dos dados, foram arquivadas para uma possível verificação posterior.

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011
TABELA 1. Evolução dos escopos e fontes inventariadas pelas empresas Eletrobras

	Inventário de GEE Edição 2008	Inventário de GEE Edição 2009	Inventário de GEE Edição 2010	Inventário de GEE Edição 2011	Inventário de GEE Edição 2012
Unidade	Gg CO ₂ e	Gg CO ₂ e	t CO ₂ e	t CO ₂ e	t CO ₂ e
Abrangência	apenas ano 2005	de 2003 a 2008	ano 2009	ano 2010	ano 2011
Abordagem	Controle Operacional (GHG Protocol)	Controle Operacional (GHG Protocol)	Controle Operacional (GHG Protocol)	Controle Operacional (GHG Protocol)	Controle Operacional (GHG Protocol)
Metodologia	IPCC 2006	IPCC 2006	IPCC 2006	IPCC 2006	IPCC 2006
Conteúdo	Apenas parte do Escopo 1 : emissões diretas de fontes fixas (UTES)	Apenas parte do Escopo 1 : emissões diretas de fontes fixas (UTES)	Escopo 1 : Emissões diretas de fontes fixas (UTES), fontes móveis, emissões fugitivas de SF ₆ Escopo 2 : emissões pela quantidade de energia adquirida da rede	Escopo 1 : Emissões diretas de fontes fixas (UTES), fontes móveis, emissões fugitivas (SF ₆ e extintores), outras fontes fixas (GLP, gás natural, diesel dos grupos geradores e caldeiras auxiliares) Escopo 2 : emissões pela quantidade de energia adquirida da rede, perdas na transmissão Escopo 3 : produtores independentes de energia (PIEs) Outras fontes : contratos de energia elétrica	Escopo 1 : Emissões diretas de fontes fixas (UTES), fontes móveis, emissões fugitivas (SF ₆ e extintores), outras fontes fixas (GLP, gás natural, diesel dos grupos geradores e caldeiras auxiliares) Escopo 2 : emissões pela quantidade de energia adquirida da rede, perdas na transmissão, perdas na distribuição Escopo 3 : produtores independentes de energia (PIEs), viagens aéreas, logística terrestre, transporte de colaboradores
Gases	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	CO ₂ CH ₄ N ₂ O	CO ₂ CH ₄ N ₂ O SF ₆	CO ₂ CH ₄ N ₂ O SF ₆	CO ₂ CH ₄ N ₂ O SF ₆

3. Resultados

A emissão de GEE total das **Empresas Eletrobras** em 2011 foi de **9.367.574 tCO₂e**, indicando um aumento de 8 % em relação ao valor total inventariado em 2010 (8.666.945 tCO₂e). Isto é explicado pelos seguintes fatores:

- aumento das emissões de UTEs próprias em função do seu maior despacho em 2011;
- aumento dos escopos inventariados com a incorporação de novas fontes de emissão: perdas na distribuição (escopo 2), viagens aéreas, logística terrestre e transporte de colaboradores (escopo 3);
- aumento da cobertura de dados; e
- inclusão de mais duas empresas na contabilização das emissões (Eletrobras Distribuição Alagoas e Eletrobras Distribuição Roraima).

Os resultados apresentados por escopo (Figura 1) evidenciam pequena variação nas emissões deste inventário em comparação ao ano de 2010, destacando-se, principalmente, o aumento nas emissões do escopo 1 devido ao maior despacho das UTEs próprias. O pequeno aumento no escopo 2 deve-se à incorporação da parcela de perdas na distribuição, embora tenha havido uma redução significativa na parcela de perdas na transmissão em função de uma diminuição de quase 50% do fator de emissão médio do SIN entre 2010 e 2011 (conforme dados publicados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI).

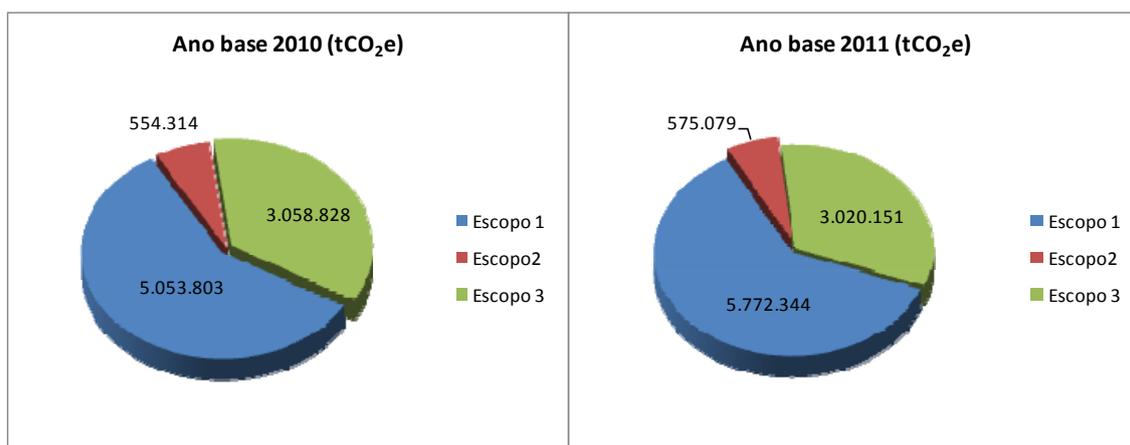


FIGURA 1. Comparativo das emissões por escopo das Empresas Eletrobras – ano base 2010 e 2011

As tabelas 2 e 3 apresentam o resultado global do inventário com as emissões de todas as empresas Eletrobras por escopo, por fonte emissora e por tipo de gás.

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

TABELA 2. Emissões de Gases de Efeito Estufa das Empresas Eletrobras – Ano base 2011

EMPRESA	Escopo 1								Escopo 2			Escopo 3				SUBTOTAL POR EMPRESA
	Fixas			Móveis			Fugitivas		Consumo de Eletricidade	Perdas na Transmissão	Perdas na Distribuição	PIE	Viagens Aéreas	transporte de Colaboradores	Logística Terrestre	
	UTES Próprias	Geradores	Outras	Rodoviárias	Hidroviárias	Aeroviárias	SF6	Extintores								
CGTEE	2.594.110	n.a.	1	343	n.a.	n.a.	n.a.	1,0	40	n.a.	n.a.	n.a.	386	353	3.653	2.598.888
Chesf	8.811	5	n.d.	4.513	n.a.	537	38.240	16,2	230	71.196	n.a.	n.a.	7.510	n.a.	n.d.	131.059
Furnas	123.863	12	26	1.287	5	153	104.046	34,6	463	168.105	n.a.	n.a.	1.513	n.a.	n.d.	399.507
Eletronorte	651.068	62	n.d.	7.007	6	n.a.	3.585	1,8	120	34.820	n.a.	1.257.058	3.234	n.a.	n.d.	1.956.962
Eletronuclear	n.a.	1.376	6	1.082	20	n.a.	n.a.	2,3	39	n.a.	n.a.	n.a.	338	1.853	3	4.720
Eletrosul	n.a.	51	10	1.716	n.a.	n.a.	3.677	2,3	435	55.421	n.a.	n.a.	223	312	n.d.	61.847
Amazonas Energia	2.210.331	n.a.	n.d.	970	n.a.	n.a.	0	12,9	3.247	n.a.	107.759	1.416.757	634	n.a.	n.d.	3.739.712
Itaipu	n.a.	n.a.	48	546	5	n.a.	7.170	0,9	68	n.a.	n.a.	n.a.	1.044	1.131	28	10.040
Cepel	n.a.	n.a.	2	23	n.a.	n.a.	24	0,7	129	n.a.	n.a.	n.a.	246	407	n.d.	832
Eletrobras Holding	n.a.	n.a.	n.a.	45	n.a.	n.a.	n.a.	1,1	160	n.a.	n.a.	n.a.	2.615	n.a.	n.d.	2.821
Distribuição Acre	323	n.a.	n.a.	148	n.a.	n.a.	201	0,2	27	n.a.	n.d.	115.685	388	n.a.	n.d.	116.772
Distribuição Alagoas	n.a.	2	0	1.930	n.a.	n.a.	n.d.	0,5	n.d.	n.a.	36.387	n.a.	n.d.	n.a.	4	38.323
Distribuição Rondônia	n.a.	1	n.a.	789	n.a.	n.a.	120	1,9	65	n.a.	26.706	203.794	673	n.a.	n.d.	232.149
Distribuição Roraima	n.a.	n.a.	n.a.	195	n.a.	n.a.	0	0,1	n.d.	n.a.	34.782	n.a.	n.d.	n.a.	n.d.	34.977
Distribuição Piauí	n.a.	1.638	16	2.048	n.a.	n.a.	72	2,6	99	n.a.	34.782	n.a.	309	n.a.	n.d.	38.967
Subtotal Fontes	5.588.506	3.146	110	22.642	36	691	157.135	79	5.120	329.541	240.417	2.993.294	19.114	4.055	3.688	TOTAL
Subtotal Tipo de Fonte	5.591.763			23.368			157.214		5.120	329.541	240.417	2.993.294	19.114	4.055	3.688	(tCO₂e)
Subtotal Escopos	5.772.344								575.079			3.020.151				9.367.574

Legenda: n.a – não se aplica n.d – dado não disponível

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011
TABELA 3. Emissões de Gases de Efeito Estufa das Empresas Eletrobras por tipo de gás (tCO₂e) – Ano base 2011

EMPRESA	CO₂	CH₄	N₂O	SF₆	SUBTOTAL	(%)
CGTEE	2.585.524,15	670,68	12.692,80	n.a.	2.598.887,64	28%
Chesf	92.308,88	111,53	398,12	38.240,00	131.058,53	1%
Furnas	295.196,95	89,51	174,12	104.046,26	399.506,84	4%
Eletronorte	1.946.798,53	1.670,76	4.907,60	3.585,00	1.956.961,89	21%
Eletronuclear	4.647,56	12,20	60,34	n.a.	4.720,10	0%
Eletrosul	58.107,08	11,92	50,19	3.677,49	61.846,69	1%
Amazonas Energia	3.729.195,30	2.556,35	7.959,88	0,00	3.739.711,53	40%
Itaipu	2.816,34	18,00	35,76	7.170,00	10.040,10	0%
Cepel	795,00	4,10	8,72	23,90	831,72	0%
Eletrobras Holding	2.768,62	36,34	16,05	n.a.	2.821,01	0%
Distribuição Acre	116.553,06	10,66	7,13	200,76	116.771,61	1%
Distribuição Alagoas	38.273,47	6,28	43,37	0,00	38.323,11	0%
Distribuição Rondônia	231.310,47	185,24	533,92	119,50	232.149,13	2%
Distribuição Roraima	34.972,34	0,62	4,26	0,00	34.977,23	0%
Distribuição Piauí	38.834,99	11,27	48,78	71,70	38.966,74	0%
SUBTOTAL	9.178.102,76	5.395,45	26.941,05	157.134,61	TOTAL	
(%)	97,98%	0,06%	0,29%	1,68%	9.367.574	



Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

TABELA 4. Evolução temporal das emissões de GEE das Empresas Eletrobras

Empresa	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	2011
CGTEE	1.984.630	2.298.340	2.525.610	2.631.520	2.196.730	1.497.570	1.483.830	1.340.799,59	2.598.887,64
CHESF	224.730	54.280	35.460	3.560	45.090	594.070	652.680	26.084,43	131.058,53
FURNAS	394.780	170.550	149.880	4.110	24.940	144.440	114.730	105.394,84	399.506,84
ELETRONORTE	1.187.350	2.298.340	1.882.750	1.116.700	1.584.510	1.630.150	1.667.670	490.439,11	1.956.961,89
ELETRONUCLEAR	2.610	1.484.250	2.280	3.190	3.140	2.650	6.070	7.905,53	4.720,10
ELETROSUL	–	–	–	–	–	–	8.690	11.347,53	61.846,69
AMAZONAS ENERGIA	789.230	816.730	1.170.350	930.300	1.066.830	1.231.560	4.002.700	4.641.068,47	3.739.711,53
ITAIPU	–	–	–	–	–	–	16.310	9.192,01	10.040,10
CEPEL	–	–	–	–	–	–	1.070	958,90	831,72
ELETROBRAS Holding	–	–	–	–	–	–	180	328,54	2.821,01
ELETROBRAS D. Rondonia	–	–	–	–	–	–	–	1.396.266,92	232.149,13
ELETROBRAS D. Acre	–	–	–	–	–	–	–	96.033,61	116.771,61
ELETROBRAS D. Piauí	–	–	–	–	–	–	–	3.391,49	38.966,74
ELETROBRAS D. Alagoas	–	–	–	–	–	–	–	–	38.323,11
ELETROBRAS D. Roraima	–	–	–	–	–	–	–	–	34.977,23
Empresas ELETROBRAS	4.583.340	4.826.470	5.766.330	4.689.370	4.921.240	5.100.450	7.366.540	8.666.946	9.367.574

Obs. * Para o ano base 2010 as emissões devido às perdas na transmissão foram calculadas para o conjunto das empresas (537.734,82 tCO₂e); Até o ano base 2008 somente foram inventariadas as emissões provenientes da queima de combustíveis em usinas termelétricas, por isso apenas seis empresas foram listadas; as empresas distribuidoras começaram a relatar suas emissões a partir do inventário ano base 2010.

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Considerando que a quantidade de energia gerada em 2011 por todas as fontes de geração de energia elétrica utilizadas pelas empresas Eletrobras foi de 199.601.937 MWh, sendo quase 89% provenientes da hidroeletricidade (Tabela 7 e Figura 2), seu índice de emissão de GEE (também chamado de *Intensidade de Carbono*) se manteve estável, variando de 0,0464 t CO₂e/MWh para 0,0469 t CO₂e/MWh. Este valor é considerado baixo se comparado ao de outras corporações do mesmo setor e de porte equivalente no mundo.

TABELA 5. Intensidade de emissão das empresas Eletrobras

EMPRESA	EMISSIONES (t CO₂e)	GERAÇÃO TOTAL LÍQUIDA (MWh)	t CO₂e/MWh
CGTEE	2.598.888	1.620.086	1,6042
CHESF	131.059	48.663.272	0,0027
FURNAS	399.507	37.268.068	0,0107
ELETRONORTE	1.956.962	43.194.122	0,0453
ELETRONUCLEAR	4.720	14.350.893	0,0003
ELETROSUL	61.847	na	-----
AMAZONAS ENERGIA	3.739.712	8.743.496	0,4277
ITAIPIU	10.040	45.762.000	0,0002
CEPEL	832	na	-----
ELETROBRAS Holding	2.821	na	-----
ELETROBRAS D. Acre	116.772	na	-----
ELETROBRAS D. Alagoas	38.323	na	-----
ELETROBRAS D. Rondonia	232.149	na	-----
ELETROBRAS D. Roraima	34.977	na	-----
ELETROBRAS D. Piauí	38.967	na	-----
TOTAL	9.367.574	199.601.937	0,0469

TABELA 6. Evolução temporal da emissão de GEE das empresas Eletrobras por escopo

	Emissão de GEE (tCO ₂ e)					
	2009	%	2010	%	2011	%
Escopo 1	7.336.062	99,58	5.053.803	58,31	5.772.344	61,62
Escopo 2	31.198	0,42	554.314	6,40	575.079	6,14
Escopo 3	n.i.	n.i.	3.058.828	35,29	3.020.151	32,24
Total	7.367.259	100	8.666.946	100	9.367.574	100

Legenda: n.i. – não inventariado

TABELA 7. Evolução temporal da geração de energia primária das empresas Eletrobras por fonte

Fonte de energia primária	Geração Líquida (MWh)					
	2009	%	2010	%	2011	%
Hídrica	171.931.486	92,87	169.105.230	89,84	175.303.787	87,83
Urânio	11.876.917	6,42	14.543.807	7,73	14.350.893	7,19
Óleo	586.478	0,32	3.955.528	2,10	8.134.913	4,08
Carvão	723.582	0,39	612.516	0,33	1.620.086	0,81
Gás Natural	10.021	0,01	5.593	0,00	192.258	0,10
Total	185.128.484	100,00	188.222.674	100,00	199.601.937	100,00

Emissão de GEE por Energia Gerada (Intensidade de Carbono) em 2011

0,0469 t CO₂e/MWh

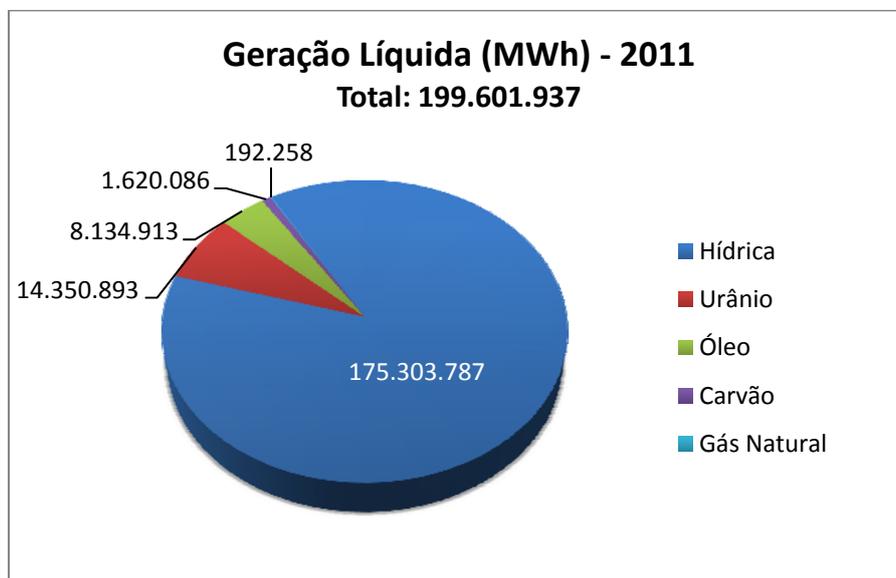


FIGURA 2. Matriz de geração de energia primária das empresas Eletrobras no ano de 2011

TABELA 8. Intensidade de emissão média (tCO₂e/MWh) do setor elétrico no mundo em comparação com as Empresas Eletrobras

	tCO ₂ /MWh
Mundo¹	0,520
OCDE*¹	0,440
Outros países¹	0,600
Empresas Eletrobras²	0,046

Nota: *Os membros da OCDE são economias de alta renda com um alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e são considerados países desenvolvidos, exceto México, Chile e Turquia; ¹ Valores referentes ao ano de 2008. Fonte: International Energy Agency (IEA). Climate and Electricity Annual, 2011.; ² Valor referente ao ano de 2011.

4. Resultados por Empresa

A seguir são apresentados os resultados das emissões de GEE referentes ao ano de 2011 para cada uma das empresas Eletrobras.

4.1 Eletrobras CGTEE

A Eletrobras CGTEE possui os direitos de exploração e produção de energia elétrica através de suas usinas termelétricas instaladas no estado do Rio Grande do Sul. São elas: Usina Termelétrica Presidente Médici (Candiota II) - 446 MW; Usina Termelétrica Candiota III - Fase C - 350 MW; Usina Termelétrica São Jerônimo - 20 MW; e Nova Usina Termelétrica de Porto Alegre - Nutepa - 24 MW.

A fonte primária predominante para a geração de energia elétrica na Eletrobras CGTEE é o carvão mineral nacional. Porém, em menor escala, existe a utilização de óleo diesel e óleo combustível.

A emissão total de GEE da CGTEE foi de 2.598.888 tCO₂e, representando um aumento de 93,8 % em relação ao ano de 2010 (1.340.439 tCO₂e). Isto se explica pela entrada em operação comercial, em janeiro de 2011, de uma nova unidade de geração termelétrica a carvão, o que elevou as emissões da parcela “UTEs próprias” (escopo 1) de 1.340.439 tCO₂e, em 2010, para 2.594.110 tCO₂e em 2011.

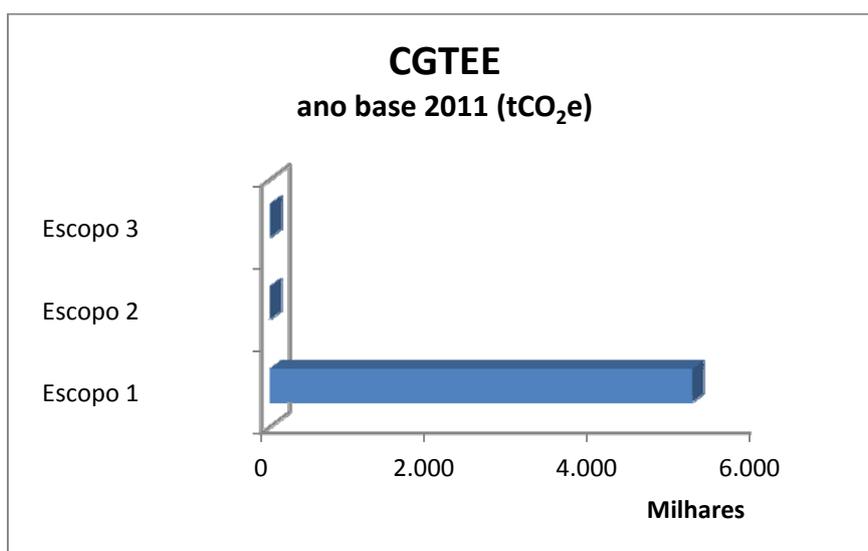


FIGURA 3. Emissão de GEE por escopo da CGTEE

4.2 Chesf

A Chesf, concessionária de serviço público de energia elétrica controlada pela Eletrobras, possui sistema de geração hidrotérmico, com predominância de usinas hidrelétricas, responsáveis por percentual próximo a 97% da produção total. Atualmente, seu parque gerador possui 10.615 MW de potência instalada, sendo composto por 14 usinas hidrelétricas, supridas por nove reservatórios com capacidade de armazenamento máximo de 52 bilhões de metros cúbicos de água e uma usina térmica bicomcombustível (gás natural e óleo diesel) com 346,8 MW de potência instalada, cuja operação está condicionada ao despacho do Sistema Interligado Nacional.

No ano de 2011, a emissão total da empresa aumentou 402% em relação a 2010, passando de 26.084 para 131.059 tCO₂e. Contribuíram para este quadro: o aumento de 90 % nas emissões da parcela “UTES próprias” - de 4.644 tCO₂e, em 2010, para 8.811 tCO₂e, em 2011; o aumento de 126 % na parcela de emissões fugitivas de SF₆ (de 16.947 para 38.240 tCO₂e); a inclusão do cálculo de emissões de viagens aéreas (7.510 tCO₂e); e, principalmente, a inclusão da parcela “perdas na transmissão” em separado para cada empresa transmissora, antes computado somente para o conjunto das empresas Eletrobras e que, no caso da Eletrobras Chesf, resultou em 71.196 tCO₂e.

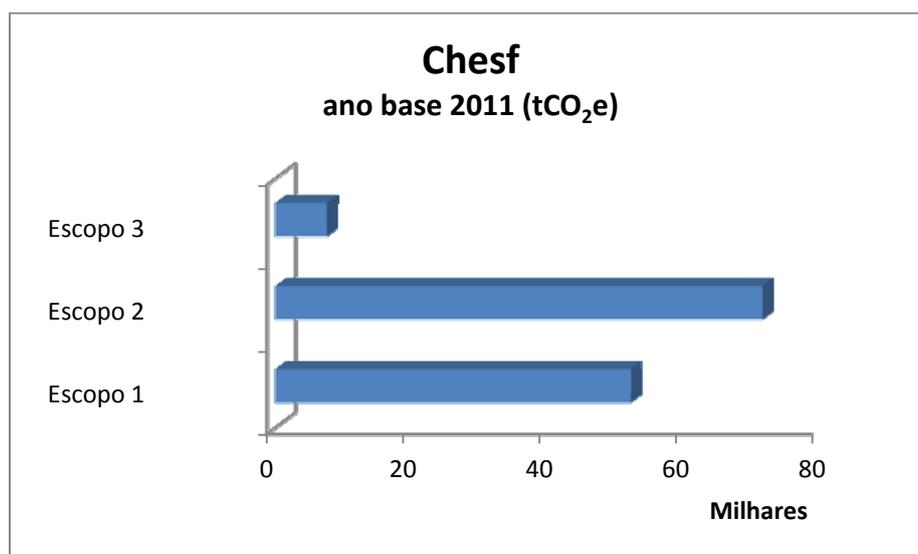


FIGURA 4. Emissão de GEE por escopo da Chesf

4.3 Eletrobras Furnas

A Eletrobras Furnas possui um sistema de 15 usinas hidrelétricas, duas usinas termelétricas, mais de 20 mil km de linhas de transmissão e 53 subestações, sendo responsável por 9% do capacidade instalada de Geração e 19% da malha interligada Brasileira. O parque termelétrico da Eletrobras Furnas é composto por duas usinas, a UTE Santa Cruz (766 MW) e a UTE Campos (30 MW), ambas localizadas no estado do Rio de Janeiro, condicionadas ao despacho do Sistema Interligado Nacional. Estão em construção 4 novas usinas hidrelétricas, 17 parques eólicos e mais de quatro mil quilômetros de linhas de transmissão. A potência instalada, que hoje é de 11 mil MW, deve aumentar para 15 mil MW nos próximos 3 anos.

Desde 2008 FURNAS aderiu, como membro fundador, ao Programa Brasileiro do *Greenhouse Gas Protocol*, para promover ações voluntárias de gerenciamento das emissões de gases de efeito estufa por parte das organizações.

A emissão total de Furnas no de 2011 foi de 399.507 tCO₂e , com um aumento de 279 % em relação a 2010 (105.394 tCO₂e) principalmente pela inclusão no Inventário ano base 2011 da parcela “perdas na transmissão” em separado para cada empresa transmissora, anteriormente computado para o conjunto das empresas Eletrobras. No caso de Furnas, esta parcela foi de 168.105 tCO₂e. Devido ao maior despacho da UTE Santa Cruz, houve um aumento de 4.780 % nas emissões da parcela de “UTES próprias” - de 2.538 para 123.863 tCO₂e (escopo 1). Soma-se a isso a inclusão das emissões de viagens aéreas (1.513 tCO₂e) no escopo 3.

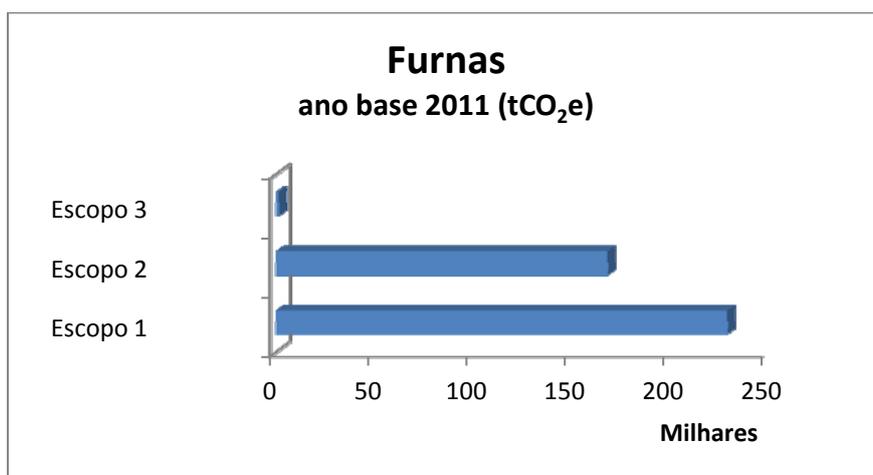


FIGURA 5. Emissão de GEE por escopo de Furnas

4.4 Eletrobras Eletronorte

Dos cerca de 25 milhões de habitantes que vivem na Região Amazônica, mais de 15 milhões se beneficiam da energia elétrica gerada pela Eletrobras Eletronorte em suas hidrelétricas: Tucuruí (PA), a maior usina genuinamente brasileira e a quarta do mundo, Coaracy Nunes (AP), Samuel (RO) e Curuá-Una (PA) – e em seus parques termelétricos. A potência total instalada dos empreendimentos da empresa é de 9.294,33 MW e os seus sistemas de transmissão contam com 9.888,02 quilômetros de linhas.

O parque termelétrico da Eletrobras Eletronorte está dividido em três sistemas: Acre, Rondônia e Amapá. Os sistemas Acre e Rondônia foram conectados ao SIN em 2009, sendo que continuou havendo despacho de geração na UTE Termonorte II, embora em menor proporção do que antes da interligação. A partir de setembro 2011 a UTE Rio Acre passou a ser despachada em caráter emergencial, visando evitar colapso de tensão na área Rio Branco.

Em Rondônia e no Amapá existe também geração hidrelétrica (UHE Samuel e UHE Coaracy Nunes). No entanto, nestes mercados, as térmicas operam também na base, levando às emissões de gases de efeito estufa provenientes de fontes fixas aqui apresentadas.

Assim, a Eletrobras Eletronorte opera usinas termelétricas nos estados do Amapá, Acre, Rondônia e Roraima.

A emissão de GEE total da Eletronorte em 2011 foi de 1.956.962 tCO₂e, tendo aumentado 297 % em relação a 2010 (490.439 tCO₂e), principalmente devido à inclusão da UTE Termonorte (PIE) entre suas fontes de emissão (1.257.058 tCO₂e) do escopo 3 que, em 2010, foi atribuída como de responsabilidade da Eletrobras Distribuição Rondônia. Além disso, houve um aumento de 39 % nas emissões da parcela “UTES próprias” - de 468.198 para 651.068 tCO₂e (escopo 1), e a inclusão das emissões relativas a viagens aéreas (3.234 tCO₂e) no escopo 3.

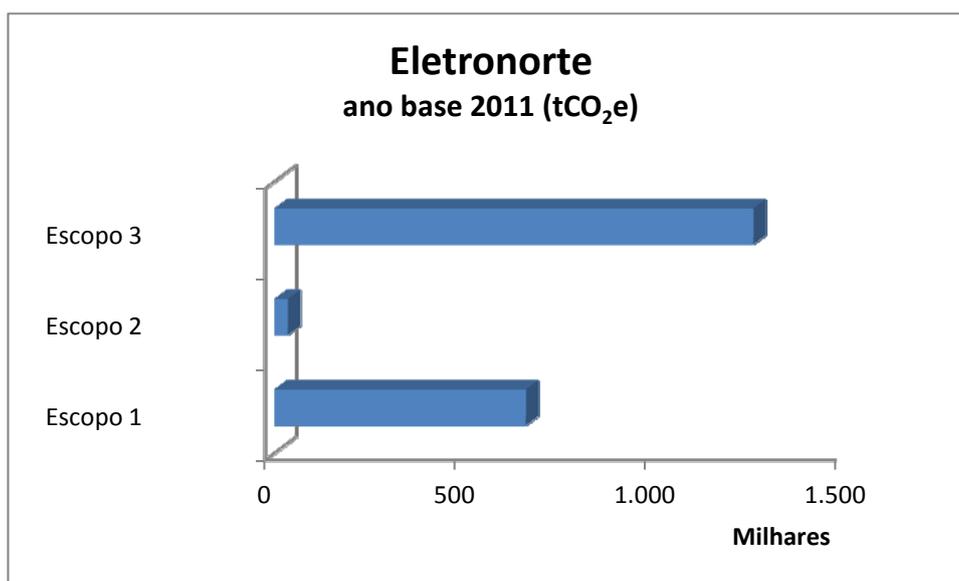


FIGURA 6. Emissão de GEE por escopo da Eletronorte

4.5 Eletrobras Eletronuclear

A Eletrobras Eletronuclear é a subsidiária da Eletrobras que responde pela operação das usinas termonucleares, com geração de aproximadamente 3% da energia elétrica consumida no Brasil. Essa energia chega aos principais centros consumidores do país e corresponde a mais de 30% da eletricidade consumida no estado do Rio de Janeiro, proporção que se ampliará consideravelmente quando estiver concluída a terceira usina (Angra 3) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAEA.

Atualmente, estão em operação as usinas Angra 1, com capacidade para geração de 640 MW, e Angra 2, de 1.350 MW, cuja fonte de calor é a fissão nuclear que ocorre em seus reatores. Angra 3, que será praticamente uma réplica de Angra 2 (incorporando os avanços tecnológicos ocorridos desde a construção desta usina), está prevista para gerar 1.405 MW.

A emissão total da Eletrobras Eletronuclear em 2011 foi de 4.720 tCO₂e, representando uma diminuição de 40 % em relação às emissões do ano de 2010 (7.905 tCO₂e). Tal redução é explicada pela mudança na metodologia de cálculo adotada no inventário deste ano que, para evitar dupla contagem, passou a não considerar como consumo de eletricidade a energia usada no processo produtivo da usina. Assim, a parcela de consumo de eletricidade passou de 6.783 tCO₂e, em 2010, para 39 tCO₂e, em 2011.

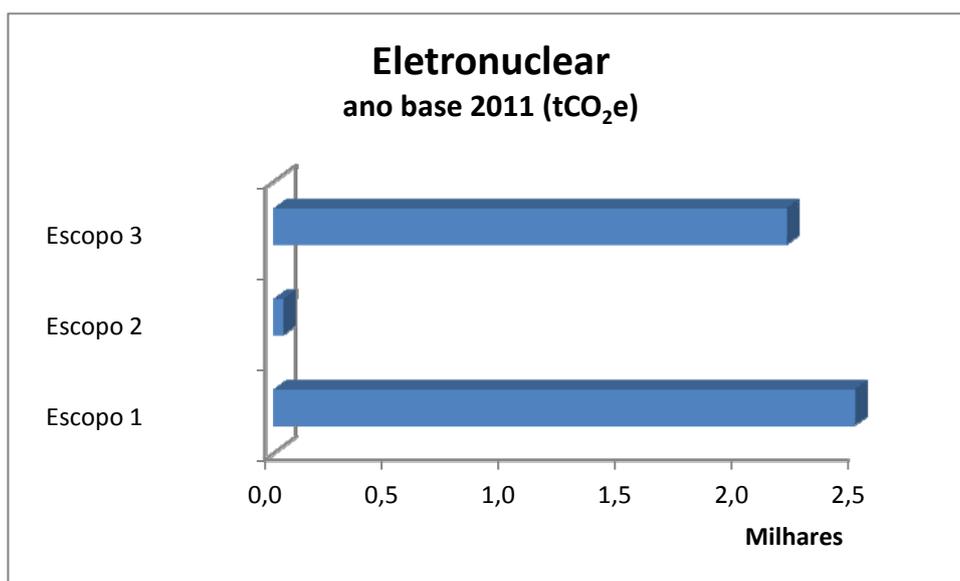


FIGURA 7. Emissão de GEE por escopo da Eletronuclear

4.6 Eletrobras Eletrosul

A Eletrobras Eletrosul atua nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia. Atende mais de 30 milhões e meio de habitantes, representando cerca de 20% do mercado nacional de energia elétrica.

O sistema de transmissão da Eletrobras Eletrosul tem uma capacidade total de transformação de 22.414,8 MVA segundo o Relatório mensal da operação do Sistema (edição dezembro/2011), e está interligado ao sistema de transmissão da Região Sudeste do Brasil. Por meio da subestação conversora de frequência de Uruguiana realiza a integração energética entre o Brasil e a Argentina e, através da linha de transmissão Livramento – Rivera realiza a integração entre Brasil e Uruguai.

No segmento geração, está investindo na implantação de usina hidrelétricas, pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos de fontes alternativas, sendo que o Parque Eólico Cerro Chato (90MW), na divisa do Rio Grande do Sul com o Uruguai, foi o primeiro empreendimento concluído após a retomada da geração comercial, em 2004.

A exemplo das demais empresas Eletrobras, foram acrescentadas as emissões relativas a viagens aéreas a serviço (223 tCO₂e) e as emissões

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

relativas as perdas na transmissão (55.421 tCO₂e), tendo este último indicador contribuído de forma significativa para o aumento das emissões da empresa em 2011 (55.421 tCO₂e) em relação ao declarado em 2010 (11.347 tCO₂e). Tal acréscimo justifica-se pelo aprimoramento da metodologia que, neste ano, permitiu realizar o cálculo em separado da parcela de perdas para cada uma das empresas que atua na área de transmissão de energia, diferentemente do ano anterior, quando as perdas foram calculadas para o conjunto das empresas Eletrobras.

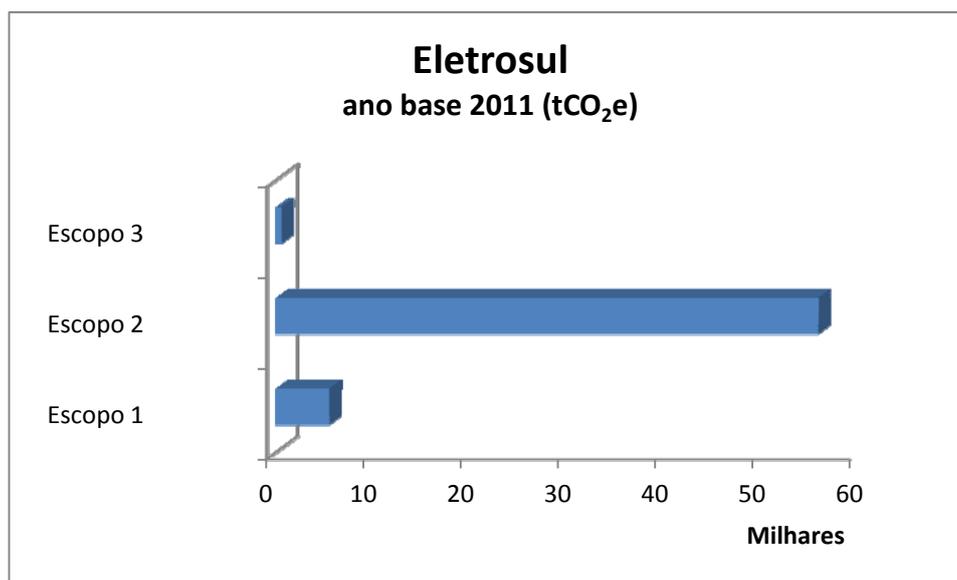


FIGURA 8. Emissão de GEE por escopo da Eletrosul

4.7 Eletrobras Amazonas Energia

O estado do Amazonas, a despeito de contar com grande potencial hídrico, sempre foi carente na oferta de energia elétrica. Dentre os vários motivos inclui-se a longa distância dos centros consumidores, sendo necessário o uso de usinas termelétricas.

A Eletrobras Amazonas Energia é responsável pela geração, transmissão, distribuição e comercialização de toda a energia do estado do Amazonas, atendendo a cerca de 680 mil consumidores, e está dividido em dois sistemas distintos: O Sistema Manaus com os mercados da Capital,

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Irlanduba, Presidente Figueiredo e de Rio Preto da Eva, e o Sistema Interior, com as demais localidades.

A emissão total da Amazonas Energia em 2011 foi 3.739.712 tCO₂e, indicando uma redução de 19,4 % nas emissões em comparação a 2010 (4.641.068 tCO₂e). Esta redução ocorreu devido à mudança na matriz energética, com a entrada em operação de motores mais eficientes dos Produtores Independentes (escopo 3) e unidades geradoras próprias (escopo 1), que passaram a operar em 2011 com o gás natural proveniente da província petrolífera de Urucu.

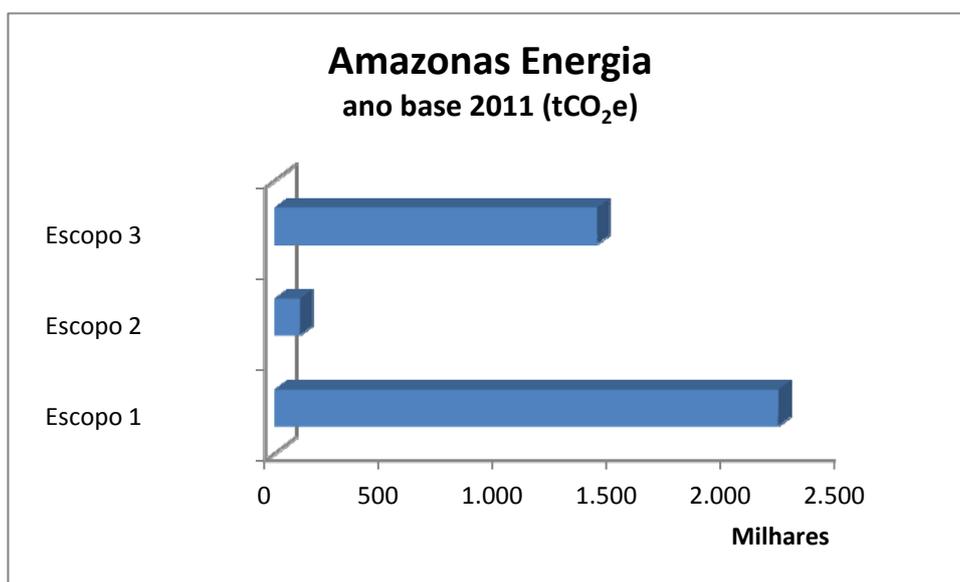


FIGURA 9. Emissão de GEE por escopo da Amazonas Energia

4.8 Itaipu Binacional

Localizada no Rio Paraná, entre Foz do Iguaçu (Brasil) e Ciudad del Este (Paraguai), a ITAIPU Binacional possui 14.000 MW de potência instalada em uma única usina com 20 unidades geradoras de 700 MW que fornece 18,9% da energia consumida no Brasil, e 77% do consumo paraguaio.

Desde 2006 a Itaipu Binacional (fração brasileira) tem desenvolvido anualmente seus Relatórios de Sustentabilidade, buscando refinar itens já contemplados e o aprimoramento da quantificação de variáveis, dentre as

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

quais as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas ao processo produtivo da Empresa.

Dentre as medidas voluntárias adotadas pela ITAIPU Binacional visando a redução/fixação de GEEs, a Empresa adota a política de abastecer prioritariamente com etanol os veículos flex de sua frota própria (veículos de passeio e utilitários). Em 2011, o consumo de etanol evitou a queima de 192.912 litros de gasolina, resultando em uma emissão evitada de aproximadamente 345 tCO₂e. Além disso, a adoção de veículos elétricos na frota própria de ITAIPU evitou o consumo de 52.248 litros de gasolina no mesmo período, correspondendo à emissão evitada de 96,83 tCO₂e.

A ITAIPU também pratica a regeneração do óleo mineral lubrificante e isolante, usando em transformadores, de tal forma que possa ser reutilizado com os mesmos fins, bem como visa reduzir ainda mais suas emissões fugitivas de SF₆ e gases de refrigeração.

Em 2011, ITAIPU emitiu 10.040 tCO₂e, valor muito próximo ao emitido no ano de 2010 (9.192 tCO₂e). Porém, em 2011, as emissões de fontes móveis (551 tCO₂e) foram 66 % inferiores aos valores de 2010 (1.637 tCO₂e). Isto se deve à relocação da parcela de emissões relativas ao “transporte de colaboradores” (1.131 tCO₂e) do escopo 1 (fontes móveis) para o escopo 3, em função de ajuste de interpretação da metodologia adotada.

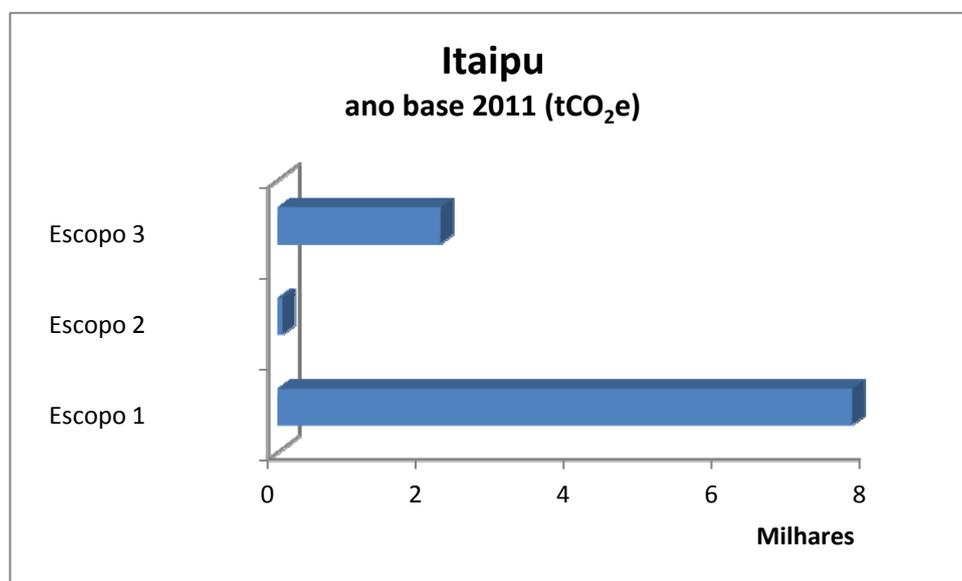


FIGURA 10. Emissão de GEE por escopo de Itaipu

4.9 Eletrobras Cepel

O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, CEPEL, foi fundado em 1974 para prover o país uma infraestrutura tecnológica avançada em equipamentos e sistemas elétricos, de forma a atender as características singulares do setor elétrico brasileiro, que tem ampla base de usinas hidroelétricas de grande porte e linhas de transmissão de dimensões continentais.

O Cepel atua na área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D+I) para o setor elétrico e presta importantes serviços tecnológicos para as empresas do sistema Eletrobras, MME, MMA, MCT, EPE, ONS, CCEE, ANEEL e concessionárias e fabricantes de equipamentos tais como: desenvolvimento de metodologias e programas computacionais, certificações, ensaios de alta tensão e de alta potência, entre outras.

O Centro possui duas unidades de laboratórios que se dividem entre a sede (Laboratório de Sistemas Elétricos), instalada no campus universitário da Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro, e a unidade Adrianópolis (Laboratório de Equipamentos Elétricos), no município fluminense de Nova Iguaçu.

As atividades desenvolvidas no Centro que resultam em emissões de GEE são: consumo de energia elétrica; consumo de óleo diesel em grupos geradores e emergência; consumo de GLP em laboratórios de análises químicas e nos restaurantes; consumo de gasolina, álcool, diesel e GLP em frota própria e terceirizada de veículos de transporte de colaboradores, incluindo ônibus (roteiros); consumo de diesel e gasolina usados em empilhadeiras, cortadores de grama e demais equipamentos móveis; e emissões fugitivas de SF₆ em equipamentos elétricos na unidade Adrianópolis.

Em 2011, o Cepel emitiu 832 tCO₂e, valor ligeiramente inferior ao emitido em 2010 (958 tCO₂e). Esta pequena variação se deve à redução das parcelas "SF₆" (de 45 para 24 tCO₂e, em 2011), e "consumo de eletricidade" (de 221 para 129 tCO₂e). Em função de ajuste de interpretação da metodologia adotada, na parcela "fontes móveis" houve redução de 633 para 23 tCO₂e devido à relocação da parcela de emissões relativas ao "transporte de colaboradores" (406 tCO₂e) do escopo 1 (fontes móveis) para o escopo 3.

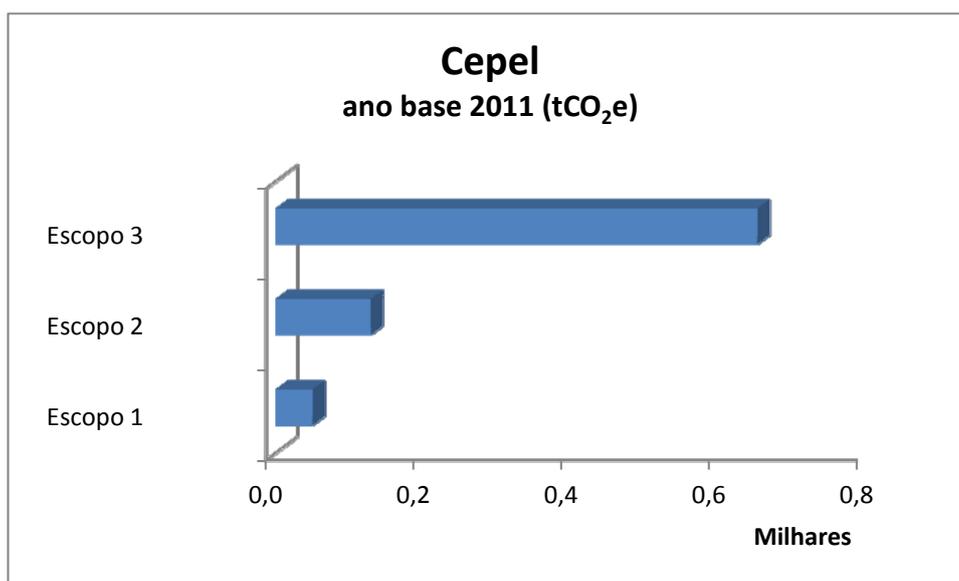


FIGURA 11. Emissão de GEE por escopo do Cepel

4.10 Eletrobras Holding

A Eletrobras Holding desempenha as funções de gestão e administração das empresas Eletrobras no Rio de Janeiro, onde ocupa diversos pavimentos em quatro diferentes edifícios comerciais no centro da cidade, e em seu escritório em Brasília.

Suas emissões são provenientes de sua frota veicular própria (escopo 1B), emissões fugitivas de extintores de incêndio, consumo de energia adquirida das distribuidoras locais (Escopo 2), e viagens aéreas (Escopo 3).

Devido à incorporação no escopo 3 das emissões relativas a viagens aéreas (2.615 tCO₂e), em 2011 a emissão total da Eletrobras Holding (2.821 tCO₂e) aumentou consideravelmente em relação ao ano de 2010 (325 tCO₂e), evidenciando a grande importância desta parcela para contabilização das emissões da empresa.

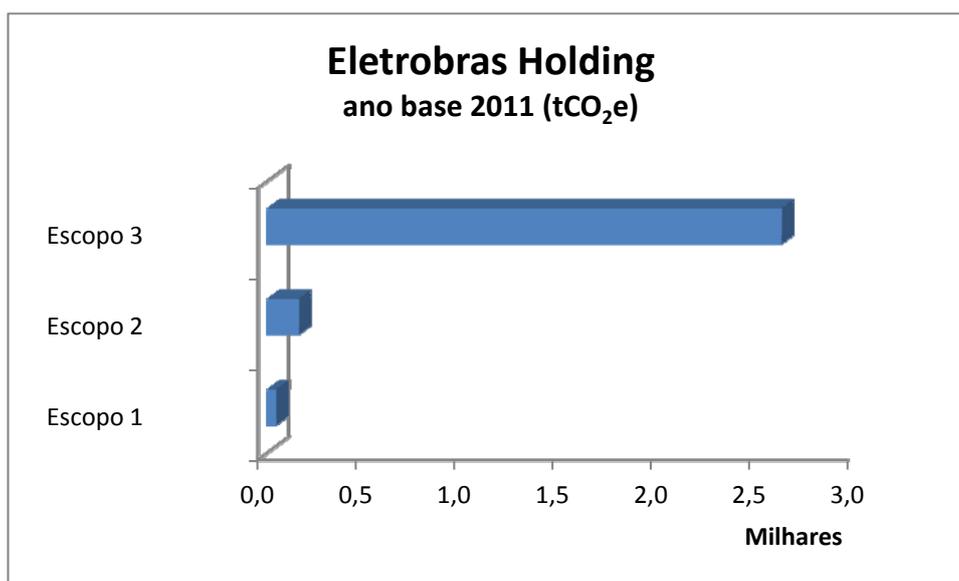


FIGURA 12. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Holding

4.11 Eletrobras Distribuição Acre

A Eletrobras Distribuição Acre é uma concessionária de serviço público, sociedade de economia mista, responsável pela distribuição e comercialização de energia elétrica para todo o estado do Acre, cujo controle acionário que antes pertencia ao governo estadual, é exercido pela Eletrobras.

Destaca-se que o suprimento de energia elétrica em nove municípios do estado é realizado por meio da geração térmica a óleo diesel (potência instalada de 39.314 kW).

Em 2011, a emissão total da Eletrobras Distribuição Acre foi de 116.772 tCO₂e, valor 22 % superior ao de 2010 (95.699 tCO₂e) devido, principalmente, ao aumento da parcela relativa à geração dos PIEs.

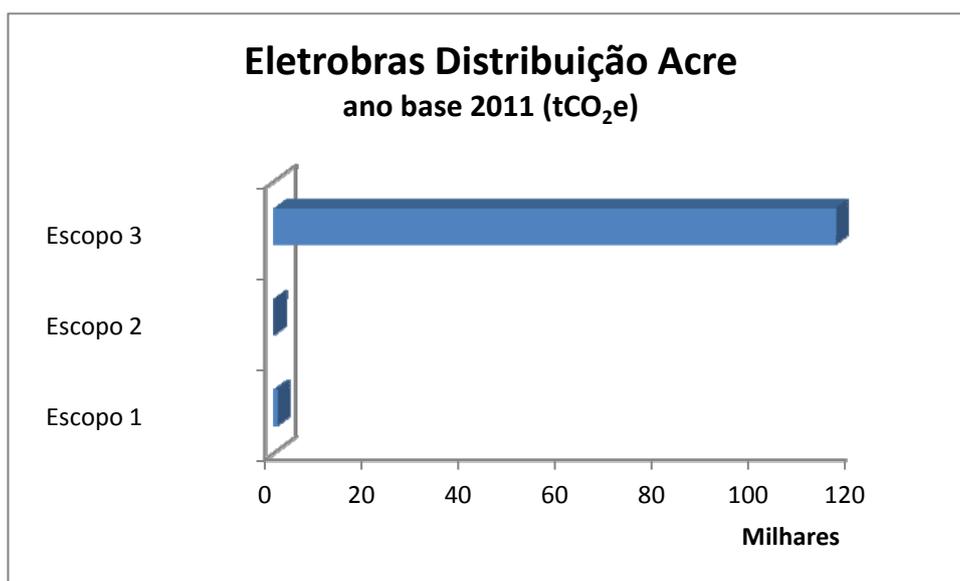


FIGURA 13. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Distribuição Acre

4.12 Eletrobras Distribuição Alagoas

A Eletrobras Distribuição Alagoas foi criada em 1983, sob a Lei Estadual nº 4.450 de 05 de julho de 1983. Desde 2010 a empresa é integralmente controlada pela Eletrobras, possuindo o direito de explorar o serviço público de distribuição de energia nos 102 municípios alagoanos até o ano de 2015.

Em 2011, a emissão de GEE total da Eletrobras Distribuição Alagoas foi de 38.323 tCO₂e. As emissões relativas às “perdas na distribuição” foram responsáveis pela maior parte das emissões da empresa (94 %), correspondendo a 36.387 tCO₂e.

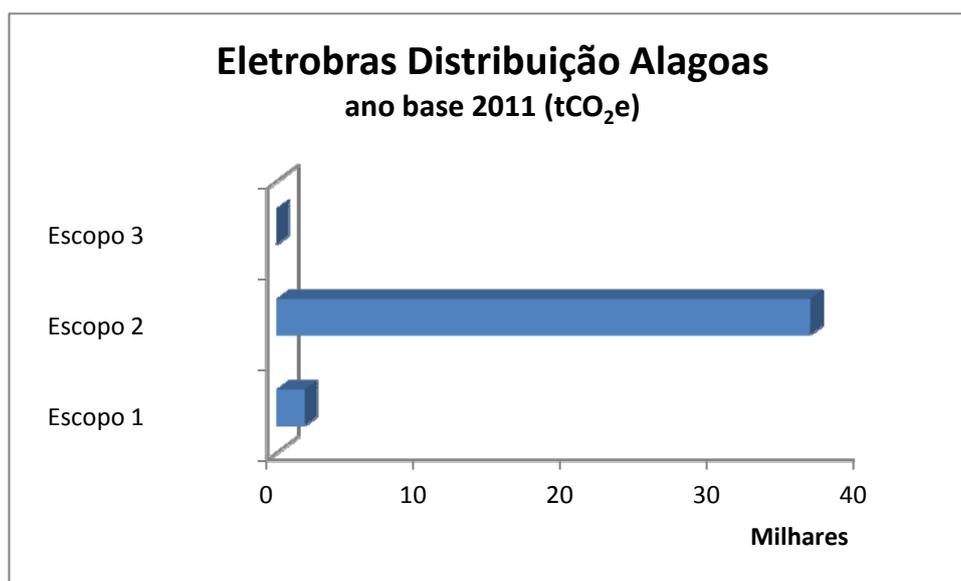


FIGURA 14. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Distribuição Alagoas

4.13 Eletrobras Distribuição Rondônia

A Eletrobras Distribuição Rondônia tem por objetivo explorar a concessão dos serviços públicos de distribuição e comercialização de energia elétrica, atendendo a 52 municípios e 80 distritos e vilas, totalizando 132 localidades no estado de Rondônia.

No final de 2009, o sistema elétrico estava suprido por um produtor independente de energia (PIE) térmico de 40 MW, movido a diesel, uma hidroelétrica (UHE) de 216 MW, por 29 usinas térmicas de pequeno porte movidas também a diesel e por 12 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), apresentando uma matriz energética com 74,3% de fonte térmica à diesel e 24,7% por hidroeletricidade, quando foi integrado ao Sistema Interligado Nacional – SIN, através do sistema de Jauru no Mato Grosso.

Em 2011 a empresa desativou mais uma usina térmica e integrou a localidade ao Sistema Interligado Nacional, reduzindo o consumo de 84 metros cúbicos de óleo diesel. Para os próximos anos é prevista a desativação de mais 17 usinas térmicas, prevendo-se redução de emissões no âmbito de sua área de concessão.

Em 2011, a emissão total da Eletrobras Distribuição Rondônia correspondeu a 232.149 tCO₂e. Este valor é 83,3 % inferior ao emitido no ano de 2010

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

(1.396.266 tCO₂e) devido à retirada da contribuição da UTE Termonorte (PIE) como fonte emissora de GEE desta empresa neste ano, pois verificou-se que esta UTE faz parte do parque gerador Eletrobras Eletronorte.

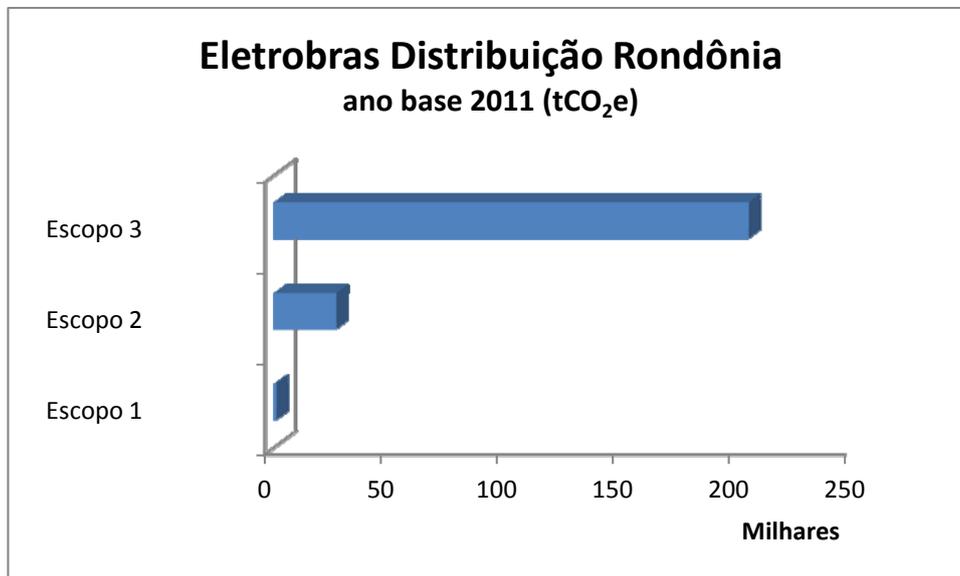


FIGURA 15. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Distribuição Rondônia

4.14 Eletrobras Distribuição Roraima

A Eletrobras Distribuição Roraima é responsável pela distribuição de energia elétrica no município de Boa Vista, capital do estado de Roraima.

A emissão total da Eletrobras Distribuição Roraima em 2011 foi de 34.977 tCO₂e. A maior parte dessa emissão advém das perdas na distribuição de energia elétrica (34.782 tCO₂e).

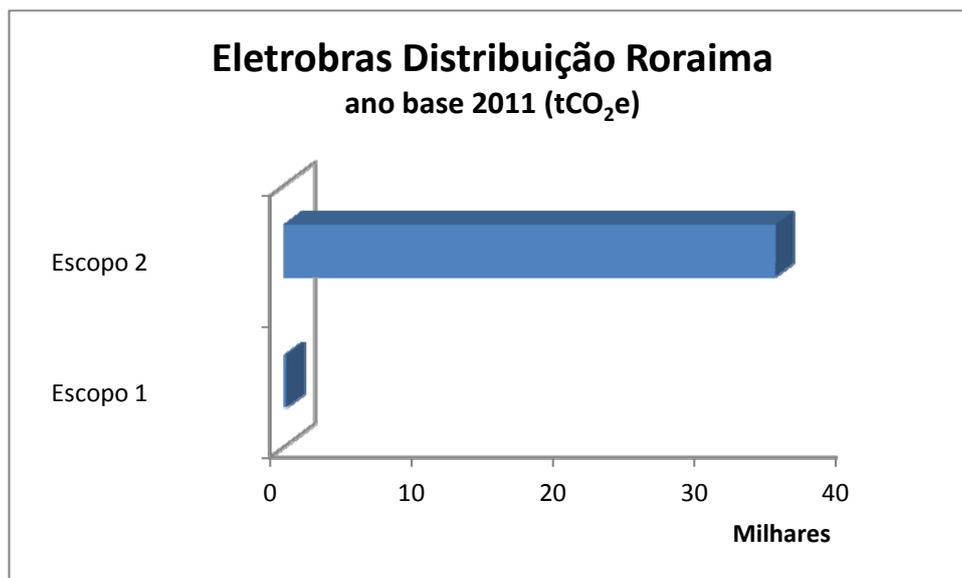


FIGURA 16. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Distribuição Roraima

4.15 Eletrobras Distribuição Piauí

A Eletrobras Distribuição Piauí é a empresa de distribuição de energia da Eletrobras cuja área de concessão é o estado do Piauí. Em 2011, atendeu a um contingente de aproximadamente um milhão de clientes.

A emissão total da Eletrobras Distribuição Piauí em 2011 foi de 38.967 tCO₂e, sendo a maior parte deste montante (89 %) resultante das perdas na distribuição de energia elétrica (34.782 tCO₂e).

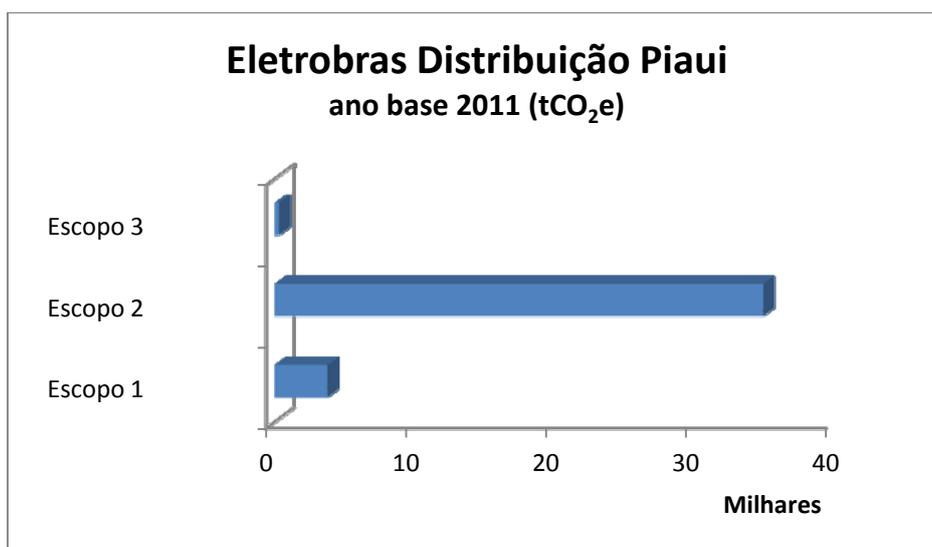


FIGURA 17. Emissão de GEE por escopo da Eletrobras Distribuição Piauí

5. Emissões de óxidos de enxofre e nitrogênio (SO_x e NO_x)

Os óxidos de enxofre e de nitrogênio (SO_x e NO_x) liberados nos processos de combustão de combustíveis fósseis nas caldeiras industriais, nas usinas termelétricas e nos motores de veículos, são considerados agentes da chuva ou deposição ácida, embora este fenômeno também ocorra por meio de causas naturais, como as erupções vulcânicas.

Estes óxidos reagem com a água em suspensão na atmosfera formando os ácidos sulfúrico e nítrico. Essas substâncias se depositam na superfície terrestre, às vezes a distâncias muito grandes de seus locais de origem, sob a forma de partículas ou então de chuva, neve, geada, nevoeiro ou orvalho causando efeitos adversos como: danos à vegetação, com diminuição de safras agrícolas; comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, causando a morte das espécies anfíbias e aquáticas e penetrando nos lençóis d'água subterrâneos; formação de brumas, afetando a visibilidade atmosférica; corrosão de edifícios, monumentos, fibras têxteis, estruturas metálicas e veículos; e, ainda, comprometimento da saúde humana (problemas respiratórios e cardíacos).

Pela sua importância no rol das emissões antropogênicas no mundo, decidiu-se incorporar neste documento as estimativas de SO_x e NO_x das empresas Eletrobras, ainda que estes gases não figurem entre aqueles classificados como causadores diretos do efeito estufa pelo *GHG Protocol*, a

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

principal referência metodológica utilizada na elaboração deste Inventário. É importante salientar que apenas as empresas que têm **geração termelétrica a combustíveis fósseis** foram consideradas, uma vez que esta representa a maior parcela dessas emissões.

No Brasil, a geração termelétrica a combustíveis fósseis ainda não é tão significativa e as usinas geralmente não operam na base do sistema elétrico nacional. É nas áreas industriais e nas urbanas mais densas que ocorre a maior concentração desses gases, muitas vezes agravada por condições meteorológicas especiais.

A metodologia de cálculo de emissão de SO_x baseia-se no teor de enxofre contido em cada combustível e na quantidade de enxofre que é emitido para a atmosfera sob a forma de SO_x quando da queima do combustível. Vale ressaltar que esta metodologia não leva em consideração as tecnologias para controle de emissões de SO_x, que muitas vezes são aplicadas nas plantas industriais ou usinas termelétricas para a redução de emissões destes gases.

Já a metodologia de cálculo de emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x) baseia-se na estimativa do total de gases emitidos em função da quantidade de combustível consumido e de fatores de emissão médios levando em consideração o tipo de combustível e a tecnologia de queima utilizada.

O detalhamento de ambas as metodologias está no Anexo 1 deste documento.

A emissão total estimada para o gás SO_x das empresas Eletrobras, em 2011, foi de 76.481 toneladas. Conforme mostrado na figura 18, este valor corresponde a emissão de seis das empresas Eletrobras, sendo que a maior contribuição para estas emissões vem da CGTEE (62.247 toneladas), seguida pela Amazonas Energia (13.526 t), e com menor contribuição as empresas Eletronorte (666 t), Furnas (39,25 t), Chesf (0,82 t) e Eletrobras Distribuição Acre (0,42 t).

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

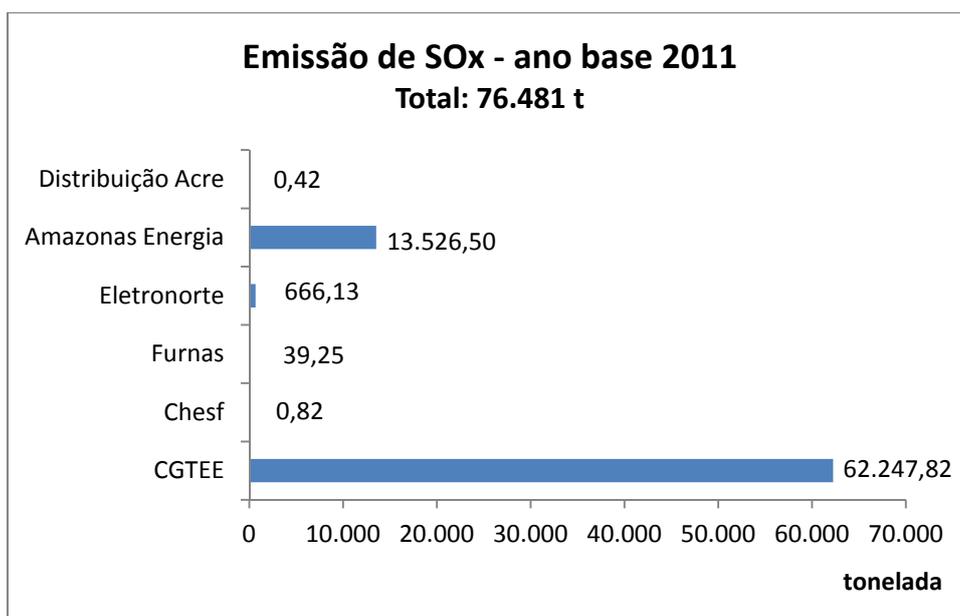


FIGURA 18. Emissão de SOx das empresas Eletrobras

As emissões de NOx totalizaram 17.823 toneladas no ano de 2011. Em ordem decrescente, a maior contribuição para estas emissões vem da CGTEE (9.885 t), Amazonas Energia (6.103 t), Eletronorte (1.592 t), Furnas (224 t), Chesf (16 t) e Eletrobras Distribuição Acre (0,9 t).

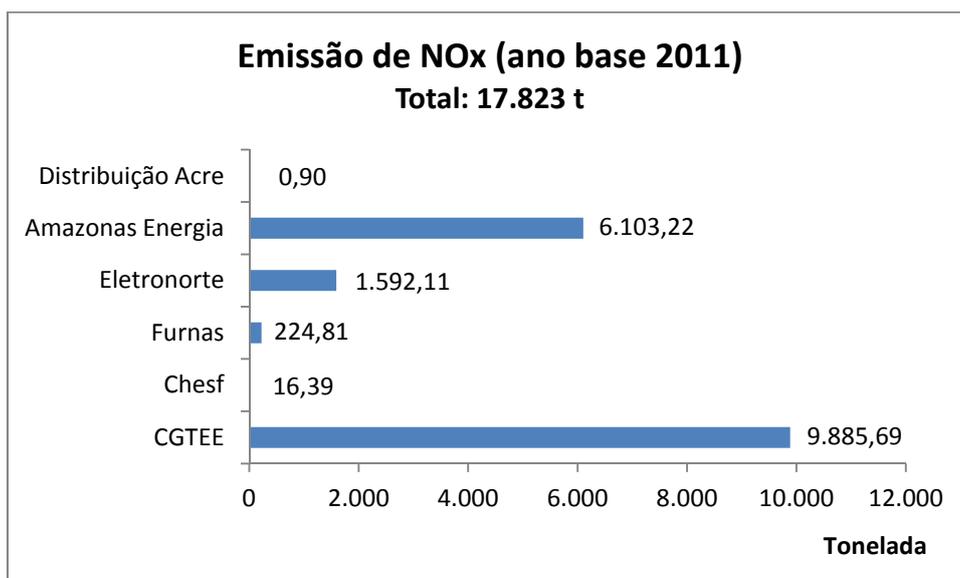


FIGURA 19. Emissão de NOx das empresas Eletrobras

6. Projeto piloto de sequestro florestal de carbono

Dentro do conjunto de ações para compensação das emissões de GEEs, a Itaipu Binacional plantou, em 2011, um total de 241.584 mudas tanto em suas áreas protegidas (faixa de proteção do lago - margem brasileira - e refúgios biológicos) como em parceria com municípios em sua área de influência (área de drenagem do reservatório).

Assim, estima-se que o montante de CO₂ atmosférico fixado apenas pelas mudas plantadas no último ano corresponda hoje a 686,96 t CO₂e. Considerando-se a manutenção de toda a floresta já existente no lado brasileiro, o montante de carbono fixado apenas em 2011 sobe para 4.630.421 t CO₂e.

Este é o primeiro exemplo do esforço empreendido pelas empresas Eletrobras no sentido de contabilizar o sequestro de carbono em áreas de florestas sob seu controle. O trabalho de Itaipu é pioneiro e servirá de base metodológica para a medição do carbono fixado nestas áreas, propiciando que se calcule, num futuro próximo, o balanço das emissões das empresas Eletrobras.

7. Programa para Estratégia Climática

A Eletrobras vem realizando, anualmente, o Inventário de GEE das empresas Eletrobras buscando abranger o maior número possível de suas unidades organizacionais, considerando os escopos 1, 2 e 3 do *GHG Protocol*, e divulgando publicamente seus resultados.

A empresa vem dando continuidade às seguintes ações estratégicas aliadas com sua [Declaração de Compromisso da Eletrobras sobre Mudanças Climáticas](#)³, publicada em maio de 2012:

- Apoio a iniciativas e ações empresariais voltadas para eficiência energética e conservação ambiental;
- Apoio a ações de ampliação do uso de fontes renováveis de energia elétrica, com destaque para a fonte eólica e hídrica;
- Acompanhamento da evolução da regulamentação e das normas referentes a emissões atmosféricas;
- Participação em foros específicos sobre mudanças climáticas no Brasil e no exterior, em particular, do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) e do CEBDS, priorizando aqueles que têm câmaras técnicas específicas sobre o tema.
- Promoção, acompanhamento e participação em estudos e pesquisas para o desenvolvimento de conhecimento, tecnologias e metodologias para estimativa de emissões de GEE em corpos hídricos e reservatórios de hidrelétricas;

Em paralelo, visando auxiliar no atendimento às metas do Programa de Ações Estratégicas - PAE 2009-2012 com relação ao ISE-Bovespa e ao DJSI, assim como a outras importantes demandas (*Carbon Disclosure Project* - CDP, *ICO₂* etc.), vem promovendo a integração dos dados de emissão de GEE no Banco de Dados do Projeto IGS – *Indicadores Socioambientais para a Gestão da Sustentabilidade Empresarial das Empresas Eletrobras*.

Para aumentar o grau de conhecimento dos processos que provocam o aquecimento global, a Eletrobras vem promovendo o desenvolvimento de estudos e pesquisas. Isto ocorre especialmente com relação à questão da estimativa de emissões de GEE em reservatórios de hidrelétricas. Neste caso, a Eletrobras e suas empresas geradoras têm participado ativamente do desenvolvimento de tecnologias e metodologias para que as emissões de

³ Esta Declaração está disponível no Anexo 1 deste documento e no endereço eletrônico <http://www.eletrobras.com/elb/main.asp?Team=%7B95ED3C87%2DC176%2D4017%2D812A%2DD8804EA50E6F%7D>

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

reservatórios de hidrelétricas possam ser estimadas com confiabilidade, como é demonstrado pelo Projeto Balcar (Balanço de Carbono) – projeto de P&D Estratégico no âmbito da ANEEL, em andamento, que visa medir emissões de GEE e outros parâmetros em oito reservatórios de UHEs distribuídos em todo o país, além de três locais (ambiente terrestre e aquático) onde serão instalados futuros reservatórios de hidrelétricas.

O corpo técnico das áreas de Meio Ambiente das empresas têm acompanhado a evolução dos estudos internacionais nesta área de conhecimento, e está consciente de que, no Brasil, há uma grande diversidade de casos a serem examinados⁴. Até o momento, apesar de inúmeras especulações nos cenários nacional e internacional, os cientistas continuam sem chegar a um consenso sobre a metodologia mais confiável para estimar as emissões de GEE de corpos hídricos em geral e, em especial, dos reservatórios de hidrelétricas.

Por isso, mais uma vez, justifica-se a não inclusão neste inventário de estimativas de possíveis emissões de GEE provenientes da geração hidrelétrica.

Para o aperfeiçoamento da gestão das emissões de GEE, de forma transparente e eficaz, a Eletrobras ainda busca:

- Desenvolver um plano de medidas voluntárias de gestão de emissões de GEE para as empresas Eletrobras, priorizando: a substituição de frota veicular e outras unidades fixas por outras que consumam combustíveis menos intensivos em Carbono; o plantio de árvores; a diminuição do consumo de energia elétrica e das perdas nos sistemas de transmissão/ distribuição; a otimização no uso do Hexafluoreto de Enxofre (SF₆) e a adoção, sempre que possível, de tecnologias limpas, em todos os processos e atividades das empresas;
- Verificar e certificar seu Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa;
- Promover, acompanhar e participar de desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre fontes renováveis de energia elétrica e sobre eficiência energética como formas de redução de emissões de GEE;
- Promover, acompanhar e participar de estudos e pesquisas de vulnerabilidade do sistema Elétrico brasileiro, face às consequências das mudanças climáticas;

⁴ Cada reservatório possui peculiaridades próprias: tamanho, localização geográfica (latitude), bioma, tipo de vegetação que foi submersa, tipo de solo submerso, processos biológicos, aporte de sedimentos e carga orgânica vinda da bacia de contribuição, e outras. Por isso, estudos feitos em um determinado reservatório no Brasil não podem ter seus resultados extrapolados para os demais. A extrapolação de resultados induz a erros significativos, pois neste campo do conhecimento ainda não há base científica para generalizações.

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

- Promover, acompanhar e participar de estudos, pesquisas e análises de risco dos empreendimentos, considerando os cenários de declínio da precipitação e diminuição de vazões em rios de bacias hidrográficas, e sua incorporação nas estratégias de expansão das empresas Eletrobras;
- Promover, acompanhar e participar de estudos e pesquisas para adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nos empreendimentos das empresas Eletrobras.

8. Referências

- ELETROBRAS, 2008. *Inventário de Gases de Efeito Estufa do Sistema Eletrobras – 2005*.
- ELETROBRAS, 2008. *Relatório de Sustentabilidade ELETROBRAS*.
- ELETROBRAS, 2009. *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa provenientes de Usinas Termelétricas (fontes fixas) do período 2003 a 2008*.
- ELETROBRAS, 2009. *Programa de Ações Estratégicas do Sistema ELETROBRAS (PAE 2009 – 2012)*.
- ELETROBRAS, 2010. *Política Ambiental das Empresas ELETROBRAS*.
- ELETROBRAS, 2010. *Política de Sustentabilidade das Empresas ELETROBRAS*.
- ELETROSUL, 2011. *Relatório Mensal da Operação do Sistema*. Anexo do relatório mensal da operação do Sistema, edição dezembro/2011.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2011. *Balanço Energético Nacional 2011 – BEN 2011*.
- GHG Protocol. *Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol: Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa*, 2ª edição.
- IPCC, 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 2: Energy. International Panel for Climate Change.
- MCT, 2010. *Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*.
- MCT, 2012. Fatores de emissão médios do sistema interligado nacional. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: fev./2012.
- MILAZZO ML, 1992. *Desenvolvimento Sustentável - Uma discussão da interação entre Economia e Ecologia* (Trabalho Monográfico de Bacharelado de Ciências Econômicas – UCAM/RJ).
- WRI, 2004. *The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard*. World Resources Institute (WRI). World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Revised Edition.

WEB SITES

<http://www.amazonasenergia.gov.br/>

<http://www.cgtee.gov.br>

<http://www.furnas.com.br/>

<http://www.chesf.gov.br/>

<http://www.eln.gov.br/>

<http://www.eletronuclear.gov.br>

<http://www.eletrosul.gov.br>

<http://www.itaipu.gov.br>

<http://www.cepel.gov.br>

<http://www.eletrobras.com/>

Anexo 1

Declaração de Compromisso da Eletrobras sobre Mudanças Climáticas⁵

A Eletrobras acredita ser agora o momento de contribuir na transição para um novo modelo de desenvolvimento baseado numa economia de baixo carbono, buscando novas oportunidades de negócios e construindo, juntamente com o governo e a sociedade civil, as bases para a sustentabilidade ambiental, econômica e social do planeta.

Orientada pelo objetivo de alcançar padrões de excelência em sua atuação declara aos seus colaboradores, acionistas, clientes, fornecedores, parceiros de negócios, sociedade e governos seu compromisso de:

1. Buscar uma estratégia unificada para as suas empresas no sentido de adotarem práticas que minimizem ou compensem as suas emissões de gases de efeito estufa (GEE).
2. Priorizar em sua carteira de projetos a participação de fontes de energia renováveis.
3. Identificar os principais riscos e oportunidades das alterações climáticas para o negócio da Eletrobras.
4. Assegurar a implementação de ações de gestão das emissões de GEE, mantendo um processo sistemático e contínuo e a busca de melhores práticas.
5. Assegurar aos públicos externo e interno o acesso a informação, em especial com a publicação anual do "*Inventário de emissões de gases de efeito estufa das Empresas Eletrobras*".
6. Atuar no fomento aos estudos relativos às Mudanças Climáticas, no esforço de identificar e compreender seus impactos no Setor Elétrico Brasileiro, e de buscar novas tecnologias para minimizar seus efeitos.
7. Atuar junto à cadeia produtiva, buscando a redução de emissões de gases de efeito estufa de fornecedores e clientes.
8. Apoiar e atuar na normatização das questões relativas à mudança do clima no âmbito governamental e da sociedade civil.

⁵ Disponível no PORTAL ELETROBRAS (www.eletrobras.com) → [Página principal](#) > [Sustentabilidade](#) > [Meio Ambiente](#) > [Declaração de Compromisso sobre Mudanças Climáticas](#)
<http://www.eletrobras.com/elb/main.asp?Team=%7B95ED3C87%2DC176%2D4017%2D812A%2DD8804EA50E6F%7D>

Anexo 2

1. Metodologia de cálculo de emissões de SOx

Alguns combustíveis fósseis, principalmente o carvão mineral e o óleo combustível pesado, possuem uma quantidade significativa de enxofre (S) em suas composições e quando utilizados para os diversos fins - com destaque para a geração de eletricidade em usinas termelétricas - a combustão resulta, entre outros efeitos, na oxidação do enxofre contido nos combustíveis ocorrendo à formação do dióxido de enxofre (SO₂) e em menor escala, óxido sulfídrico (SO₃). Essas substâncias, usualmente denominadas de SOx, ao serem liberadas para a atmosfera, são considerados gases poluentes. devido a sua toxicidade para os seres vivos, incluindo os seres humanos, e a capacidade de se solubilizar na água, reagindo com a mesma e formando ácido sulfúrico (H₂SO₄), precipitando sob a forma de chuva ácida.

O dióxido de enxofre (SO₂) ou anidrido sulfuroso é um gás incolor, denso, tóxico, não inflamável. Embora ocorram fontes naturais de emissões deste gás para a atmosfera, como nas erupções vulcânicas, a maior parte do de SO₂ emitido provém da combustão de materiais que contenham enxofre na sua composição, com destaque para os combustíveis fósseis.

Os efeitos das emissões de dióxido de enxofre compreendem: a toxicidade deste gás para os seres vivos em geral, podendo provocar graves consequências à saúde dos seres humanos, principalmente nos casos em que a concentração deste gás atingir níveis elevados ao nível do solo; a capacidade de se solubilizar na água contida na atmosfera, e através de uma sequência de reações químicas, provocar a formação de ácido sulfúrico (H₂SO₄), precipitando sob a forma de chuva ácida.

Cálculo de emissões de SOx

“In the absence of flue gas desulphurisation (FGD) technology, the emissions of sulphur oxides (SOx) are directly related to the sulphur content of the fuel. The sulphur content of refined natural gas is negligible. The majority of SOx is sulphur dioxide (SO₂) although small proportions of sulphur trioxide (SO₃) can arise” (EEA, 2009).

A metodologia de cálculo de emissão de SOx utilizada baseia-se na estimativa do enxofre contido no combustível utilizado e quanto deste enxofre foi emitido para a atmosfera sob a forma de SOx. Para tanto, duas informações são fundamentais: a quantidade de combustível consumida em cada fonte emissora e a quantidade de enxofre contida no mesmo. Vale ressaltar que, esta metodologia não está levando em consideração a utilização de tecnologias para controle de emissões de SOx, que muitas vezes são aplicadas nas plantas industriais ou usinas termelétricas para a redução nas emissões destes gases.

Passo 1 – Obter o valor do consumo de combustível (CC):

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Este valor deve estar em unidades de massa (toneladas) para os combustíveis líquidos e sólidos e em unidade de volume (10^3 m^3) para o gás natural. Nesta estimativa foram utilizados os valores de consumo de combustível informados para o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa.

Passo 2 – Obter o total de enxofre que sofreu combustão, ou enxofre queimado (SQ):

Para a realização deste passo é importante que, para cada fonte de emissão calculada, tenha sido informado corretamente o tipo de combustível utilizado na mesma. Para tanto, os dados informados seguiram uma listagem de tipos de combustíveis, obtida através da seguinte fonte: Petrobras Distribuidora (<http://www.br.com.br>).

Para os combustíveis líquidos e sólidos, utiliza-se a equação 1:

$$SQ = CC * TS/100 \quad (1)$$

Onde:

- SQ – enxofre queimado (tS)
- CC – consumo de combustível (t)
- TS – teor de enxofre do combustível (%)

Obs: Os teores de enxofre foram obtidos através das “Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ”, obtidas junto à Petrobras Distribuidora (<http://www.br.com.br>).

Para os combustíveis gasosos utiliza-se a equação 2:

$$SQ = CC * EC \quad (2)$$

Onde:

- SQ – enxofre queimado (tS)
- CC – consumo de combustível (10^3 m^3)
- EC – enxofre contido no gás ($\text{tS}/10^3 \text{ m}^3$)

Passo 3 – Obter o total de enxofre retido em cinzas (SC):

Uma das consequências da utilização de carvão mineral é a produção de cinzas, sendo que após a combustão, parte do enxofre fica retido nestas cinzas sob a forma de SO_3 e não é emitido para a atmosfera. Cabe destacar que o carvão brasileiro produz grande quantidade de cinzas se comparado aos seus concorrentes importados. A exceção do carvão, os demais combustíveis não produzem quantidades significativas de cinzas e para efeito prático, esta metodologia considera o teor de cinzas destes combustíveis igual à zero. Utiliza-se equação 3:

$$SCIN = (CIN/100) * (SO3/100) * 0,4 \quad (3)$$

Onde:

- SCIN – enxofre retido em cinzas (tS);

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

CIN – percentual de cinzas no combustível;
SO3 – percentual de SO3 na cinza.

Note que para obter o valor de SCIN em unidades de toneladas de enxofre (tS) é preciso o ultimo termo da equação, multiplicando por 0,4 que representa a razão entre os pesos moleculares entre S(32) e SO₃(80).

Passo 4 – Enxofre total Emitido (EE):

Neste passo, desconta-se do total de enxofre queimado (SQ) o total de enxofre retido em cinzas (SCIN), conforme descreve a equação 4:

$$EE = SQ - SCIN \quad (4)$$

Onde:

EE – Enxofre total emitido (tS);
SQ – enxofre queimado (tS);
SCIN – enxofre retido em cinzas (tS).

Passo 5 – Enxofre total emitido como SO2 (ESO2)

Neste passo, multiplica-se o valor do enxofre total emitido pela razão entre os pesos moleculares entre SO₂(64) e S(32), conforme descreve a equação 5.

$$ESO2 = EE * (64/32)$$

Onde:

ESO2 - Enxofre total emitido como SO2 (t SO₂);
EE – Enxofre total emitido (tS).

Referência da metodologia de cálculo das emissões de SOx:

EEA, 2009 - European Environment Agency. EMEP/EEA. *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009*. Technical Guidance to Prepare.

2. Metodologia de cálculo de emissões de NOx

A metodologia de cálculo de emissões de óxidos de nitrogênio (NOx) baseia-se na estimativa do total de gases emitidos em função da quantidade de combustível consumido e de fatores de emissão médios levando em consideração o tipo de combustível utilizado. Os fatores de emissão utilizados tomaram as seguintes referências:

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano base 2011

Carvão Mineral (1)

Gás natural (2);

Óleo combustível (3);

Óleo Diesel (4).

Vale destacar as limitações em que esta metodologia está submetida: primeiramente devido à dificuldade de se fazer a correspondência entre das características dos combustíveis considerados na referência consultada com os combustíveis utilizados no Brasil, e também, devido às incertezas relacionadas ao processo de formação dos óxidos de nitrogênio (NOx) durante a combustão.

A estimativa de emissões pode ser descrita através da seguinte equação:

$$ENOX = CC * FE$$

Onde:

ENOX – valor da estimativa de emissão de NOx (t NOx);

CC – consumo de combustível (TJ);

FENOX – fator de emissão de NOx (t NOx/TJ).

Nesta estimativa foram utilizados os valores de consumo de combustível informados para o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Estes valores, informados em suas unidades padrão (m³, l, kg, t) foram convertidos para tep (tonelada equivalente de petróleo) e posteriormente convertidos para TJ (1012 Joule) conforme a mesma metodologia utilizada para o cálculo das emissões dos gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O).

Referências da metodologia de cálculo das emissões de NOx:

- (1) EEA – European Environment Agency. EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. tab 3.4, pág 16.
- (2) EEA – European Environment Agency. EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. tab 3.5, pág 17.
- (3) EEA – European Environment Agency. EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. tab 3.7, pág 19.
- (4) EEA – European Environment Agency. EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. tab 3.8, pág 20.