

Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Elétrico do Interior do Estado do Amazonas

Rubem Cesar Rodrigues Souza
Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM/UFAM
AV. Gal Rodrigo Otávio J. Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado, Manaus-AM,
CEP 69070-000, rubem_souza@yahoo.com.br, (92) 3305-4417

Betsy Eddy Praia Morais
Instituto Energia e Desenvolvimento Sustentável – INEDES
Rua Belo Horizonte, 1320, sala 5, Adrianópolis, Manaus-AM
CEP 69057-060, inedes_am@yahoo.com.br, (92)3304-4022

Cristiane Daliassi Ramos de Souza
Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM/UFAM
AV. Gal Rodrigo Otávio J. Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado, Manaus-AM,
CEP 69070-000, cdaliassi@yahoo.com.br, (92) 3305-4417

Francisco Nilo Leão Prado
Instituto Energia e Desenvolvimento Sustentável – INEDES
Rua Belo Horizonte, 1320, sala 5, Adrianópolis, Manaus-AM
CEP 69057-06, inedes_am@yahoo.com.br, (92)3304-4022

Omar Seye
Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM/UFAM
AV. Gal Rodrigo Otávio J. Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado, Manaus-AM,
CEP 69070-000, omar_seye@yahoo.com.br, (92)3305-4417

RESUMO

A compreensão da situação atual impõe a leitura isenta e crítica da situação passada. Tal compreensão descortina a possibilidade de definir ações a serem postas em prática no presente, almejando construir um cenário futuro compatível com os anseios da sociedade. Nesse sentido, este trabalho apresenta alguns resultados e reflexões relativas ao primeiro inventário de gases de efeito estufa do setor elétrico para o interior do estado do Amazonas para o período de 2002 a 2008. Como resultados foram obtidas informações que demonstram o efeito nas emissões de GEE decorrentes do Programa Luz para Todos; a definição de indicadores para avaliar os resultados de futuras políticas públicas focadas na redução de emissões, além de viabilizar um conjunto de propostas transformadoras do cenário de emissões de gases do efeito estufa provenientes do setor elétrico no interior do estado do Amazonas.

ABSTRACT

The understanding of the current situation imposes a critical analysis of the past circumstances. Such understanding hinders the possibility to define actions to be put into practice in the present, intending to build future scenery which is compatible with the society needs. This paper presents some results and reflections about the first inventory of greenhouse effect related to electric sector in the country of Amazonas state, from 2002 to 2008. Results and information were obtained to demonstrate the consequences of emissions of greenhouse effect gases related to “Luz para Todos” program (Light for All); In addition, indicators were defined to evaluate the results of future government initiatives intended to

reduce such emissions; besides, there is a presentation of proposals that may change the scenery related to greenhouse effect emissions in Amazonian electric sector.

Palavras-chave: inventário, gases de efeito estufa, setor elétrico, interior do Amazonas, políticas públicas.

1. Introdução

A elaboração de inventários de gases de efeito estufa - GEE tem se tornado uma prática entre vários países, face aos diversos acordos internacionais e aos reclames da sociedade. O inventário de gases de efeito estufa se constitui, em verdade, em um cenário passado das fontes de emissões e das quantidades emitidas.

Atenta a importância de dispor de tal instrumento a Câmara de Energia do Fórum Amazonense de Mudanças Climáticas, Biodiversidade, Serviços Ambientais e Energia estabeleceu como meta para o ano de 2010 a elaboração do Inventário de Emissões de GEE do Setor Energético Amazonense. Com o intuito de contribuir para a consecução da referida meta, o Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM da Universidade Federal do Amazonas e o Instituto Energia e Desenvolvimento Sustentável – INEDES, sob os auspícios da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas – SDS recentemente concluíram o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Setor Elétrico Amazonense: 2002-2008, a ser publicado no transcorrer do ano de 2010. Em que pese o mencionado inventário ter sido desenvolvido para todo o estado do Amazonas, o presente trabalho está focado tão somente nas discussões relativas ao setor elétrico no interior do estado do Amazonas.

2. Sistema elétrico do Amazonas

Do ponto de vista do setor elétrico nacional, o sistema elétrico do Amazonas é o maior sistema isolado, por apresentar o maior consumo de energia elétrica dentre aqueles que não se encontram conectados no Sistema Interligado Nacional – SIN. De acordo com Souza et al. (2010) *“Segundo a concessionária o sistema elétrico estadual pode ser dividido em dois, quais sejam: O SISTEMA MANAUS e o SISTEMA INTERIOR, consistindo em um complexo de usinas termelétricas a derivado de petróleo de propriedade da concessionária; usinas termelétricas a derivado de petróleo e de biomassa de propriedade de autoprodutores e produtores independentes e, ainda, de uma usina hidroelétrica de responsabilidade da Eletrobrás Amazonas Energia S/A”*. É merecedor de registro que o SISTEMA MANAUS atende além da capital os mercados de Iranduba, Presidente Figueiredo, Puraquequara e parte do município de Rio Preto da Eva. No entanto, é mister registrar que, embora o presente trabalho seja focado no denominado SISTEMA INTERIOR, foram agregados aos resultados informações relativas as localidades do interior supridas pelo SISTEMA MANAUS.

Os mercados do interior do estado não supridos pelo SISTEMA MANAUS são atendidos quase em sua totalidade por termelétricas a óleo diesel. A existência de uma termelétrica a lenha picada no município de Itacoatiara faz com que o mercado do denominado SISTEMA INTERIOR não seja na sua integralidade atendido por máquinas que fazem uso do óleo diesel.

Segundo o sítio da Eletrobrás Amazonas Energia S/A, o SISTEMA INTERIOR *“abrange uma área de 1,57 milhões de quilômetros quadrados, contemplando 105 localidades, sendo 61 sedes municipais e 44 localidades, atendendo 236.903 consumidores, desses, 188.517 residenciais. A potência efetiva do parque gerador é de 314 MW”*.

O consumo de energia elétrica do SISTEMA INTERIOR está fortemente concentrado em dez municípios, quais sejam: Itacoatiara, Manacapuru, Parintins, Coari, Iranduba, Tefé, Humaitá, Tabatinga, Presidente Figueiredo e Maués; correspondendo a 53,2% de toda a energia faturada no referido sistema.

3. Considerações acerca dos procedimentos metodológicos

Os Gases de Efeito Estufa – GEE são aqueles que contribuem para a intensificação do aquecimento do globo terrestre em níveis e em velocidade acima daquelas que permitiria a adaptação natural dos seres vivos.

Contribuem para o efeito estufa os seguintes gases: o CO₂ (dióxido de carbono); o CH₄ (metano); o N₂O (óxido nitroso); os HFCs (hidrofluorcarbonetos); os PFCs (perfluorcarbonetos) e o SF₆ (hexafluoreto de enxofre). Tendo em vista que cada um desses gases contribui de maneira diferente para o aquecimento global, foi definida uma unidade padrão para quantificar as emissões de gases de efeito estufa denominada de CO₂ equivalente.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC, órgão das Nações Unidas¹, elaborou um manual de práticas para inventários nacionais de emissões causadoras de efeito estufa. Segundo esse manual há dois métodos para se elaborar um inventário de GEE, o *Top-down* e o *Bottom-up*.

O método *Bottom-up* é mais preciso que o *Top-down*, no entanto, requer uma quantidade muito maior de informações e muitas destas, geralmente inexistem ou são de difícil obtenção. Para o estudo em questão optou-se pela adoção do método *Top-down*.

Como o estudo é específico para o setor elétrico os gases considerados foram o CO₂ (dióxido de carbono); o CH₄ (metano) e o N₂O (óxido nitroso). Segundo a metodologia do IPCC o dado de partida para os cálculos das emissões de GEE é o consumo de combustível.

Por ainda não haver uma metodologia aceita amplamente para quantificação das emissões de GEE em hidroelétricas, as emissões decorrentes da hidroelétrica de Balbina e da PCH do Pitinga não foram consideradas no presente estudo. Salienta-se que, no recente estudo intitulado Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa Provenientes de Usinas Termelétricas (fontes fixas) 2003 a 2008 publicado pela Eletrobrás também foi adotada a mesma premissa.

Diante da indisponibilidade dos fatores de emissão para os combustíveis utilizados nas termelétricas que não o óleo diesel, adotou-se a fator de emissão para o óleo combustível fornecido pelo IPCC.

4. Resultados

O crescimento da Energia Requerida Bruta para o SISTEMA INTERIOR, no período de 2002 a 2008, foi da ordem de 87,75 %, como pode ser observado na Figura 1. Por outro lado, a Figura 2, revela que no mesmo período as emissões de GEE se elevaram em 34,65%.

¹ O IPCC é um órgão composto por delegações de 130 governos cujo objetivo é prover avaliações regulares sobre as mudanças climáticas.

Entende-se que o Programa Luz para Todos tem impulsionado de maneira significativa as emissões de GEE na medida em que este não vem contemplando o uso de fontes renováveis de energia. Tal assertiva pode ser constatada quando se observa na Figura 2 que as taxas de crescimento das emissões se tornam mais acentuada a partir do ano de 2004, exatamente no ano em que foi iniciado o referido programa no Estado do Amazonas.

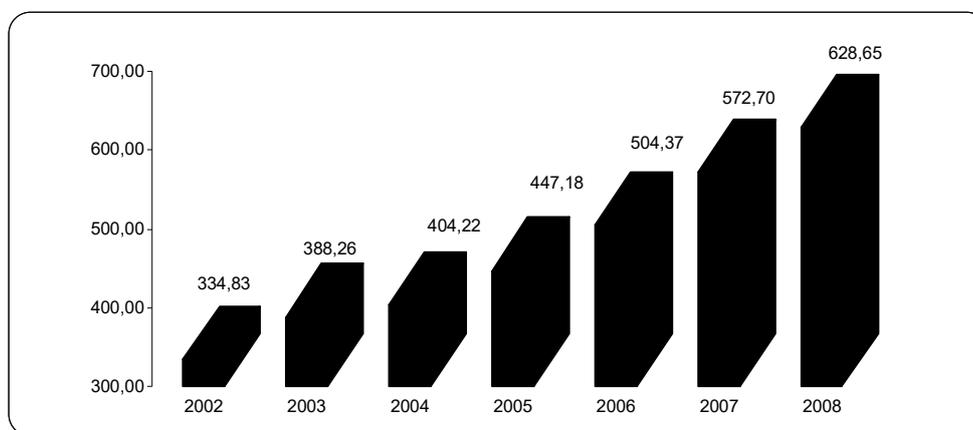


Figura 1. Evolução do consumo da Energia Requerida Bruta para o SISTEMA INTERIOR no período de 2002 a 2008 em GWh.

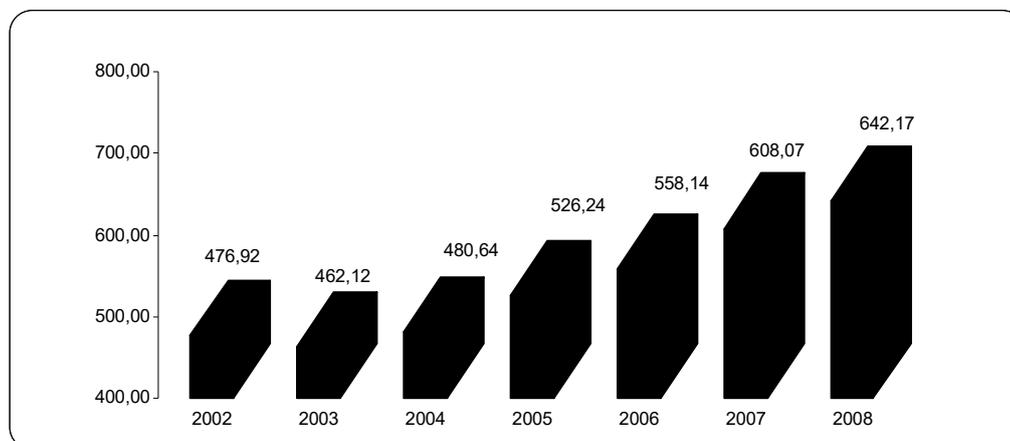


Figura 2. Evolução das Emissões de GEE no SISTEMA INTERIOR no período de 2002 a 2008 tCO₂e.

As emissões, considerando a quase exclusividade do uso de geração térmica no SISTEMA INTERIOR, acompanham o consumo de energia elétrica. Assim sendo, verifica-se na Tabela 1 e na Figura 3 que a classe de consumo residencial é a que apresentou maior nível de emissões (280,3 Gg de CO₂e em 2008), seguido da classe Poderes Públicos (107,9 Gg de CO₂e em 2008) e Comercial (94,5 Gg de CO₂e em 2008).

Novamente percebe-se a presença do Programa Luz para Todos ao se observar na Tabela 1 que as emissões de GEE na classe de consumo Rural cresceram na ordem de 217% no período de 2002 a 2008.

Ressalta-se, ainda, a precariedade da infraestrutura da concessionária na medida em que as emissões de GEE decorrentes de seus processos, denominada de Próprio+Interno na Tabela 1, apresentaram crescimento da ordem de 375%.

Há que se ressaltar, ainda, a taxa de elevação da ordem de 72 % verificada na classe Poderes Públicos.

Tabela 1. Evolução das emissões de GEE por classe de consumo para o SISTEMA INTERIOR.

CLASSE DE CONSUMO	EMISSÕES (Gg CO ₂ e)							Vari- ação (%)
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Residencial	232,1	222,7	217,4	224,7	238,7	260,4	280,3	20,77
Industrial	47,9	38,7	41,6	46,4	45,6	47,5	47,4	-1,04
Comercial	76,5	67,4	69,9	75,5	81,9	90,2	94,5	23,53
Rural	7,0	6,8	8,8	12,1	15,1	19,2	22,2	217,14
Poderes Públicos	62,7	65,3	74,5	86,5	91,2	102,3	107,9	72,09
Iluminação Pública	25,1	22,7	23,3	26,8	30,1	32,6	33,3	32,67
Serviços Públicos	19,9	17,6	20,5	28,1	29,6	28,9	29,3	47,24
Próprio+Interno	5,74	20,96	24,70	26,13	25,90	26,97	27,30	375,61

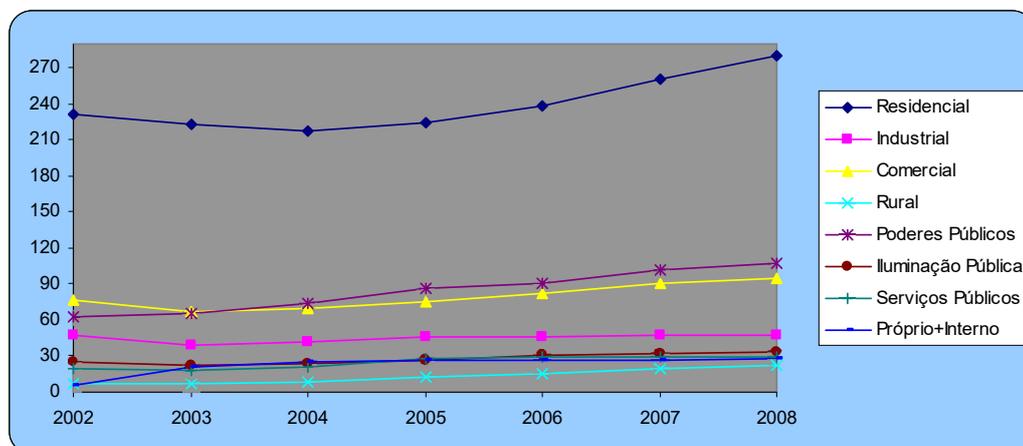


Figura 3. Gráficos da evolução das emissões de GEE por classe de consumo para o SISTEMA INTERIOR.

Ao analisar a Tabela 2 constata-se que as emissões de GEE no conjunto dos diferentes ramos de atividades econômicas reduziram de 1,14% no período de 2002 a 2008. É possível inferir que tal redução não decorreu de políticas para descarbonizar os processos produtivos e sim pelo desaquecimento da atividade econômica.

Tabela 2. Evolução das emissões de GEE por ramo de atividade (t CO₂e).

RAMO DE ATIVIDADE	EMISSIONES (t CO ₂ E)						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TOTAL DE EMISSÕES (Gg CO₂e)	47.939,69	38.680,94	41.583,53	46.359,89	45.592,52	47.465,76	47.391,00
Extração de Minerais	334,72	271,37	292,51	327,15	322,02	345,07	344,24
Produção de Minerais N/Metálicos	12.947,44	10.446,56	11.230,60	12.519,94	12.312,19	12.210,18	12.191,48
Metalúrgica	8.719,94	7.035,39	7.563,56	8.431,75	8.291,86	8.432,46	8.419,12
Mecânica	5,70	4,76	4,76	5,88	5,53	8,49	8,17
Material Eléct., Eletrôn. e Com.	86,89	70,22	74,91	83,55	80,78	97,68	97,04
Materiais de Transporte	442,98	357,07	384,06	428,35	421,62	564,85	563,86
Madeira	10.832,27	8.739,78	9.395,89	10.474,66	10.301,47	10.567,65	10.550,97
Mobiliário	1.267,68	1.022,40	1.098,68	1.225,05	1.205,10	1.377,10	1.374,93
Borracha	270,63	217,81	234,24	261,25	256,73	281,37	280,91
Química	14,24	11,90	13,08	14,12	14,39	15,93	16,34
Petróleo e Destil. de Álcool	1,42	1,19	1,19	1,18	1,11	2,12	2,04
Prod. de Material Plástico	1,42	1,19	1,19	1,18	1,11	2,12	2,04
Têxtil	47,00	38,09	40,43	44,72	44,26	48,84	49,03
Vest. Artif. de Tecid. e Vi.	5,70	4,76	4,76	5,88	5,53	7,43	7,15
Produtos Alimentares	11.897,69	9.600,31	10.320,97	11.506,72	11.316,24	12.364,14	12.344,71
Bebidas	850,34	685,57	737,21	821,40	807,83	905,68	904,02
Editorial e Gráfica	15,67	13,09	14,27	16,48	16,60	19,11	19,41
Diversas	44,16	35,71	38,05	42,36	42,05	50,96	51,07
Construção	126,77	102,36	110,58	123,56	121,73	139,09	138,92
Serv. Industriais de Util. Púb.	27,06	21,42	22,59	24,71	24,35	25,48	25,54

No SISTEMA INTERIOR as emissões de GEE associadas às perdas totais, ou seja, as perdas comerciais e técnicas, variaram em 6,8 % no período de 2002 a 2008, atingindo o nível de 254,07 Gg CO₂e no ano de 2008, como pode ser observado na Tabela 3. O elevado nível de emissões associado às perdas pode ser compreendido ao se observar na Figura 4 que o percentual de perdas registrado em 2008 foi de 39,56%. Há que se registrar que os níveis de perdas decrescentes no período de 2002 a 2008 é fruto de ações da concessionária, fundamentalmente a regularização de consumidores e instalação de medidores.

Tabela 3. Evolução das emissões de GEE associadas às perdas totais do SISTEMA INTERIOR

		Emissões				
		(Gg CO ₂ e)				
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
237,76	209,52	225,85	242,83	242,82	253,28	254,07

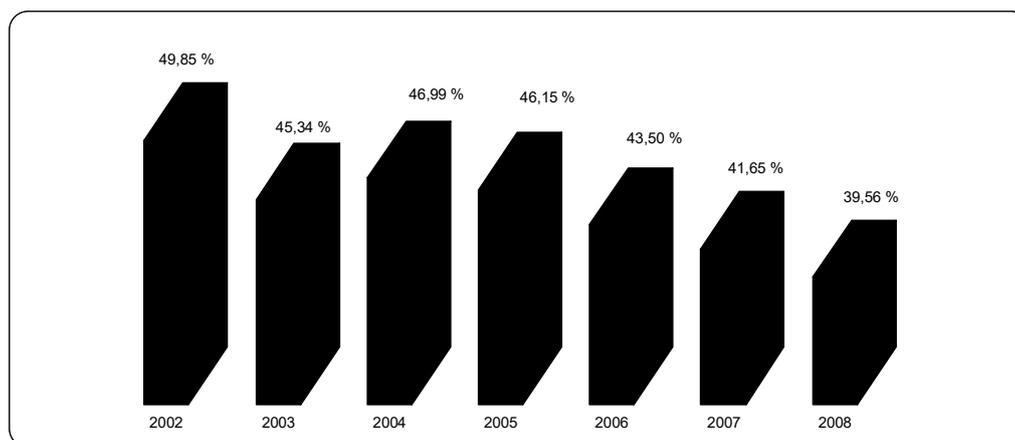


Figura 4. Evolução do índice de perdas para o SISTEMA INTERIOR no período de 2002 a 2008.

As Tabelas 4 a 6 apresentam indicadores passíveis de serem utilizados na avaliação de políticas públicas destinadas a reduzir as emissões de GEE no SISTEMA INTERIOR.

Tabela 4. Evolução do indicador emissões de GEE por unidade de energia elétrica gerada para o SISTEMA INTERIOR.

Emissões por unidade de energia elétrica						
(t CO ₂ e/GWh)						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1,42	1,19	1,19	1,18	1,11	1,06	1,02

Tabela 5. Evolução das emissões de GEE por consumidor para o período de 2002 a 2008 para o SISTEMA INTERIOR.

Emissões por consumidor de energia elétrica						
(t CO ₂ e/consumidor)						
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
3,09	2,86	2,87	2,98	2,94	2,94	2,91

Tabela 06. Evolução das emissões de GEE por consumidor por classe de consumo para o SISTEMA INTERIOR (2002-2008).

CLASSE DE CONSUMO	EMISSIONES POR CONSUMIDOR (Gg CO ₂ e/Consumidor)							Variação (%)
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Residencial	1,75	1,61	1,52	1,51	1,51	1,53	1,57	-10,32
Industrial	47,15	43,00	45,66	49,89	48,41	48,32	46,75	-0,86
Comercial	5,37	4,61	4,73	4,88	4,97	5,09	5,03	-6,28
Rural	3,16	2,10	1,92	1,88	1,56	1,45	1,30	-58,75
Poderes Públicos	17,24	16,75	19,10	22,06	21,95	23,91	24,46	41,86
Iluminação Pública	199,21	180,16	184,92	121,27	135,59	148,86	150,00	-24,70
Serviços Públicos	77,73	60,69	48,93	66,75	69,16	62,42	60,29	-22,44
Próprio+Interno	31,37	115,16	136,46	145,17	137,77	141,95	124,66	297,38

5. Considerações finais

Do total de emissões verificadas para o ano de 2008, 83,85% são devidas ao SISTEMA CAPITAL e 16,15% ao SISTEMA INTERIOR.

O cenário que os dados apresentados expõem oportuniza vislumbrar uma série de oportunidades em termos de políticas públicas que contribuam para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa estadual. Assim, apresentam-se as seguintes sugestões:

- i) Programas de Eficiência Energética prioritariamente para os seguintes setores: residencial, comercial, poderes público e industrial;
- ii) Avaliação das oportunidades para utilização de sistemas de co-geração nas unidades geradoras de concessionária;
- iii) Adoção de mecanismos de incentivo fiscal para projetos e programas de eficiência energética, priorizando o setor industrial e comercial;
- iv) Ações integradas para o combate às perdas de energia elétrica, tanto técnicas quanto comerciais;
- v) Inserção das Fontes Renováveis de Energia no âmbito do Programa Luz para Todos, bem como, de programas de combate ao desperdício de energia elétrica;
- vi) Financiamento de ações de P&D&IT destinados as fontes renováveis de energia;
- vii) Elaboração sistemática do Balanço Energético Estadual – BEE como forma de subsidiar a elaboração do inventário anual de emissões do setor energético estadual ampliando o escopo de presente trabalho;
- viii) Estabelecimento de arranjo institucional que assegure a publicação anual do inventário de GEE do setor elétrico estadual e também do BEE;
- ix) Implantação de um mercado de carbono voluntário para estimular projetos que contribuam para a compensação e redução das emissões de GEE no setor elétrico;
- x) Determinação dos fatores de emissão dos combustíveis utilizados no setor elétrico amazonense de modo a aumentar a precisão dos resultados;
- xi) Definição de mecanismo para viabilizar a elaboração do inventário utilizando a metodologia *bottom-up*, por possuir maior precisão.

Referências bibliográficas

[1] Souza, R.C.R; Seye, O.; Souza, C.D.R.; Morais, B.E.P.; Prado, F.N.L. Inventário de Gases de Efeito Estufa do Setor Elétrico Amazonense: 2002 a 2008. Manaus-AM, 2010.

[2] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 2, Energy. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.