

Seminário Rotas para a Vanguarda

Emissões de Gases de Efeito Estufa na Produção e Usos de Energia

Olga Y. Mafra, Frida Eidelman e Carlos Feu Alvim

IMPRESSO
ENVELOPAMENTO AUTORIZADO
PODE SER ABERTO PELA ECT

Economia e Energia

Revista

Parceria:



Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 2242-2085
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290
Belo Horizonte MG Tel./Fax (31) 3284-3416
Internet :<http://ecen.com>.

Editor Gráfico: Marcos Alvim



Economia e Energia

Nº 85: Abril/Junho de 2012

ISSN 1518-2932

Versões em Inglês e Português disponíveis em: <http://ecen.com>

Seminário:

Seminário Rotas para a Vanguarda

Será organizado um seminário que visa proporcionar aos participantes uma oportunidade de conhecer o processo que permite alcançar a vanguarda em organizações e empresas no Brasil e no Exterior.

Emissões de Gases de Efeito Estufa na Produção e Usos de Energia

Olga Y. Mafra, Frida Eidelman, e Carlos Feu Alvim

O trabalho apresenta os principais resultados para as emissões de GEE relativas à produção, uso e transformação de energia no Brasil entre os anos 1970 a 2010, para diversos setores da economia.

As emissões totais e setoriais são comparadas com o aumento do PIB.

Sumário

Seminário Rotas para a Vanguarda

Propósito	3
Objetivo.....	3
Público Alvo	3
Organização do evento.....	4
Data e Local	9
Programação Prevista	10

Emissões de Gases de Efeito Estufa na Produção e Usos de Energia

1.Resumo e Conclusões.....	12
2.Introdução	17
3.Metodologia.....	19
3.1.Emissões de Gases do Efeito Estufa pela Metodologia <i>Setorial</i>	20
4. Emissões por setores.....	22
4.1.Apuração das Emissões	22
4.2.Emissões Setoriais de Gases de Efeito Estufa	23
4.3.Emissões de CO ₂ equivalente por Tipo de Combustível.....	25
5.Emissões de CH ₄	29
6.Emissões de NMVOCs.....	31
7.Emissões de N ₂ O	34
8.Atividade Econômica por Setor	37
8.1.Emissões CO ₂ GWP para os setores considerados	42
9.Uso do Programa <i>bal_eec_usos</i> para obtenção dos resultados	46
Referências.....	48

Seminário Rotas para a Vanguarda

Propósito:

Um reduzido número de organizações e empresas do Brasil alcançou posição de vanguarda no mundo. A excelência nas organizações é marca de países desenvolvidos e favorece alcançar novos e maiores patamares que se difundem pela sociedade.

Para compreender como acontece o desenvolvimento econômico e atuar de modo a promovê-lo, é necessário, entre outras coisas, examinar o impacto de organizações bem sucedidas na sociedade e na economia do País. É preciso ainda examinar as estratégias adotadas por elas para competir no mercado nacional e global, que são extremamente voláteis, assim como estudar as implicações da competição internacional nas relações políticas e econômicas entre os países e o papel estratégico de alianças e sociedades internacionais em um ambiente altamente competitivo e intensivo em tecnologia. É fundamental, sobretudo, que sejam entendidos os mecanismos adotados para a cooperação entre as empresas, universidades, centros de pesquisas e organismos de governo, bem como entidades em geral, nacionais e do exterior.

Objetivo:

Proporcionar aos participantes uma oportunidade de conhecer o processo que permitiu alcançar a vanguarda em organizações e empresas no Brasil e no Exterior, bem como trocar ideias sobre o tema com empreendedores, acadêmicos e agentes de políticas governamentais e discutir o funcionamento dos principais sistemas de inovação com cunho empresarial ou público, voltados para resultados em toda a cadeia de valor envolvida.

Diagnosticar como, mesmo em condições muito adversas, a inovação contribuiu para criar no Brasil instituições que atingiram a excelência e a vanguarda mundial, identificando os casos bem sucedidos no País, e discutir e propor instrumentos capazes de incentivar medidas que possam contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento econômico e social do País.

Público Alvo:

Empresas, entidades de governo, entidades de classe, estabelecimentos de ensino e pesquisa, universidades, ONGs e outras instituições sociais.

Organização do evento:

O evento é uma iniciativa do Espaço Centros e Redes de Excelência - ECENTEX/COPPE/UFRJ com a colaboração da Organização Social Economia e Energia – e&e e com apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI através do CNPq e da FINEP.

Redes de empreendimentos de vanguarda

Embora a formação de redes para buscar ampliar horizontes de pesquisas, operação ou produção já seja uma prática usual no País (a partir da última década), decididamente ainda é embrionária a formação de organismos de vanguarda objetivando ganho em toda a cadeia de valor relativa ao tema considerado. Exemplos disso são as sucessivas tentativas do governo Federal para estimular essas redes, que se repetem desde a pioneira experiência do REENGE/RECOPE em 1996, passando pelo modelo do SIBRATEC e agora chegando ao modelo da EMBRAPI, demonstrando que essa matéria ainda é evolucionária.

Em 1996 a Petrobras, com apoio da COPPE, lançou a metodologia de formação de Centros e Redes de Excelência e seu primeiro Centro de Excelência, o de Geoquímica. Esses organismos partiam de nova ótica, pois exigiam a formação de um consórcio com parcerias estratégicas (criando os vértices) considerando empresas, universidades, e órgãos de governo, do Brasil e do Exterior e abriam o seu lançamento por qualquer um dos vértices do consórcio. Podiam se aplicar a qualquer campo e não dependiam de editais e sim de negociações entre entidades fundadoras para alocar os recursos iniciais necessários. Consideravam também que seguramente teriam sustentabilidade e se veriam como preferidos pelos organizadores e governos para aplicação dos recursos disponíveis para P&D, pelo fato de unirem entidades com muito boa massa crítica inicial, apresentarem perfil de vanguarda, e cobrirem toda a cadeia de valor na temática, além de trabalharem como se fossem uma empresa (<http://www.ecentex.org>).

O sucesso do modelo foi exponencial e logo o MCTI e o MME se interessaram em lançar a metodologia nacionalmente, o que ocorreu em cerimônia no Palácio do Planalto em 1997, com presença de autoridades do Governo (três Ministros e o Presidente da República), de Universidades e da Petrobras. Um dos documentos assinados incumbia a COPPE e a Petrobras de disseminar essa metodologia nacionalmente. Nesse contexto, foi criado em 1997 o embrião do hoje Espaço Centros e Redes de Excelência - ECENTEX

da COPPE/UFRJ, que por sua vez também trabalha em parcerias internas na COPPE, com centros que se inspiram na metodologia desenvolvida e com outras organizações, como é o caso da Economia e Energia – e&e.

Inovação quer dizer renovação ou aperfeiçoamento, novos produtos, serviços ou processos e, para tanto, é necessário que as pessoas mudem a maneira de tomar decisões ou fazer escolhas para outras que não são aquelas habitualmente utilizadas.

A inovação é necessária para que haja crescimento sustentável. Inovação pode ser vista como uma mudança no processo de fazer algo ou na aplicação prática de invenções ou descobertas. Ela é considerada como um motor da economia, pois leva a novas categorias de produtos ou aumenta a produtividade.

Os países desenvolvidos veem a inovação como um ingrediente que lhes permite avançar no mercado global enquanto os países em desenvolvimento a consideram como um instrumento que lhes permitirá obter o desejado desenvolvimento mais rapidamente.

Em março de 2009, foi publicada uma lista de classificação de países nos quais foram medidos os insumos: política fiscal, política educacional e inovação e a produção de patentes, transferência de tecnologia, resultados de P&D, produtividade de trabalho e crescimento econômico, entre outros. O primeiro lugar coube à Coreia do Sul, enquanto o Brasil ficou em vigésimo lugar, abaixo da China (13º), Índia (15º) e Rússia (16º).

Vanguarda e inovação

No Exterior

Devido à importância das inovações, foram criadas redes de inovação em várias regiões geográficas e em diversos países.

A Universidade da Flórida Central (UFC), que é responsável pelo Centro de Excelência em Ótica e Fotônica, procurou selecionar seus temas de pesquisa e desenvolvimento de acordo com a realidade industrial local. Tanto no nível da Universidade como no do Estado da Flórida, a escolha dos temas é feita por um conselho onde há a participação direta de empresários. Ao lado disso, a Universidade adquiriu também um importante papel como formadora de mão de obra para a indústria. A UCF está entre as dez maiores produtoras de patentes considerando-se as grandes universidades dos

EUA e dá grande destaque a esse e outros indicadores de sua integração com a indústria.

O grande sucesso da UFC é reconhecido nacionalmente não apenas pelo enorme aumento de fundos, mas como um ecossistema de empresariado que resultou em mais de 1600 empregos anuais e num impacto econômico de US\$200 milhões anuais.

O Canadá mantém desde 1994 uma rede de Centros de Excelência com objetivo de reunir sob liderança acadêmica parceiros multi - disciplinares da academia, indústria, Governo e Organizações sem fins lucrativos. A rede se ocupa da transferência de resultados de pesquisa e desenvolvimento para empresas e possibilita que pesquisadores canadenses e estudantes trabalhem com as comunidades receptoras para acelerar a criação e aplicação do conhecimento. (http://www.nce-rce.gc.ca/NetworksCentres-CentresReseaux/NCE-RCE_eng.asp)

Na Comunidade Europeia, o “*Enterprise Europe Network*” oferece suporte e assessoria às empresas na Europa através de sociedades comerciais relacionadas à tecnologia, bases de dados e oportunidades de financiamento.

Outro exemplo é o “*Russian Union of Innovation Centres*” que representa mais de 100 centros de inovação e parques tecnológicos na Rússia.

Além disso, pode-se contar com inúmeros centros e redes existentes nos Estados Unidos, ligados às universidades, agências e centros de pesquisa, que atuam em múltiplas áreas tecnológicas, educacionais, de ciências biológicas, defesa, etc. Neste último país podemos citar a “*Associated Universities Inc*”: que reúne recursos de universidades, organizações de pesquisa e do Governo Federal no planejamento, construção e operação de instalações de vanguarda científica e promove descobertas e educação.

No Brasil

A legislação que a ela diz respeito, qual seja Programas de Desenvolvimento Tecnológico (Lei 8661/93), passando pela Lei de Inovação e a Lei do Bem (do MCTI), pode ser comparada com aquela de países desenvolvidos, porém ela ainda não está inteiramente implementada no caso do Brasil.

De acordo com estudo recente do IPEA, a política vigente dá mais ênfase à ciência, pulveriza recursos, concede mais bolsas de pesquisa para a produção científica do que para a tecnológica e reproduz modelos não comple-

tamente apropriados para o contexto brasileiro. Como resultado, enquanto o total de artigos brasileiros em periódicos científicos internacionais ultrapassou 2,5% no final da década de 2000, o número de patentes foi da ordem de 0,1% do total mundial.

O Brasil estará diante de um inédito esforço de investimento nas próximas décadas que provém, por um lado, do déficit acumulado nas décadas perdidas e, por outro, das próprias necessidades do seu crescimento. Uma parcela destes investimentos já está definida nos Planos de Aceleração do Crescimento, mas considera-se que esse esforço deverá ser ainda maior do que o atual.

No Brasil, os recursos alocados para CT&I ainda estão em um patamar inferior ao da meta nacional, sendo urgente fixar prioridades para que os investimentos cresçam rumo a 2 ou 3% do PIB e resultem efetivamente no desenvolvimento econômico e social do País.

Dentro deste contexto, a realização de um seminário sobre vanguarda e inovação pode servir como estímulo para que estes temas sejam bem sucedidos no País, tanto no que diz respeito à implementação de políticas apropriadas como na participação dos diversos atores envolvidos descrevendo suas experiências para criar suas ilhas de excelência.

A participação neste Seminário de empresários, pesquisadores, tecnólogos, engenheiros e gerentes, assim como agentes de instituições que administram os recursos destinados à inovação, tanto do exterior como do Brasil, é imprescindível para a troca de experiências.

Dentro do quadro ainda deficiente no País no que se refere à inovação e a conquista da vanguarda em áreas capitais para o seu desenvolvimento, o Seminário pretende romper a abordagem ainda negativa que parte de avaliações globais, de sentimento de impotência frente aos déficits nacionais ainda presentes em vários segmentos. Para isso, o País deverá se concentrar em ilhas de excelência nacionais onde algumas entidades, organizações ou grupos conseguiram alcançar a vanguarda mundial, demonstrando que, antes que todas as deficiências sejam resolvidas, é possível ser competitivo e inovador. Assim, se o Brasil estimular ainda mais a formação de estruturas de vanguarda poderá pavimentar mais facilmente o caminho para o progresso sustentável.

O Brasil alcançou recentemente seu lugar entre as oito maiores economias mundiais seja pelo critério de valores correntes (PIB ao câmbio nominal

onde o Brasil oscila entre sexto e sétimo lugar) seja no critério de paridade de poder de compra (PPC ou PPP na sigla de “*purchasing parity power*”) que é mais significativo e estável.

É natural supor que em um país, que é a sétima (PIB) ou oitava (PPP) economia do mundo existam várias instituições que estejam na vanguarda mundial. Identificar estes casos de sucesso e tentar entender as razões deste sucesso parece ser uma maneira de romper o frustrante resultado dos índices médios ainda negativos e, ainda, elevar as apostas nas possibilidades nacionais. A ideia é, inclusive, não se restringir à área industrial e tecnológica, embora esta seja a área de concentração principal que o seminário procurará atingir.

Resultados bem sucedidos de inovação no Brasil podem ser exemplificados pelos casos da Embraer, Embrapa, Petrobras, várias organizações no campo privado, vários departamentos acadêmicos de algumas universidades, hospitais públicos e privados, entre outros. Entretanto, resta muito a ser feito neste campo.

É importante entender como a agropecuária nacional alcançou marcas de produtividade e competitividade nacional cujas causas, segundo recente análise do *The Economist*, eram: Embrapa, Embrapa e Embrapa. (http://www.economist.com/node/16886442?story_id=16886442).

Estamos diante de um sucesso que se baseia em décadas de trabalho sério de desenvolvimento tecnológico e de um progresso empresarial com raízes profundamente nacionais.

Igualmente é interessante aprofundar-se no processo que, partindo de um núcleo de excelência em torno do Centro Tecnológico da Aeronáutica, conseguiu criar no Brasil uma das empresas mundiais importantes na fabricação de aviões - a Embraer.

Outro exemplo relevante do ponto de vista econômico é o progresso alcançado pela Petrobras na área de exploração de petróleo em águas profundas que serviram de base para o novo desafio na área do pré-sal e também para a transformação daquela estatal em uma das mais destacadas empresas do mundo.

Organizações como a Rede Sarah, a Clínica do Dr. Pitangui a antiga Clínica do Dr. Hilton Rocha, o Escritório de Oscar Niemeyer, a Produção de telenovelas da Rede Globo, os Centros de Excelência Petrobras (Naval-Oceânica, Automação, Gás), o Hospital das Clínicas, o INCOR, a Fundação

Oswaldo Cruz, o desenvolvimento da tecnologia de enriquecimento de urânio pela Marinha do Brasil são alguns exemplos de organizações de vanguarda, que são objeto do seminário.

A proposição de medidas a serem adotadas para estimular a excelência, a inovação e a vanguarda no País é a preocupação central deste Seminário. Algumas delas já se delineiam e poderão servir de base para discussões durante o encontro. Seriam os “dez mandamentos”, ou melhor, princípios da arrancada nacional rumo ao sucesso:

1. Estabelecer prioridades para as políticas de inovação e de estímulo a instituições de vanguarda;
2. Promover a criação de empresas baseadas em inovação;
3. Incentivar empresas e organismos públicos a criarem seus focos internos de inovação e vanguarda como forma de estimular o seu desenvolvimento sustentável;
4. Promover o intercâmbio de troca de experiências relativas à inovação e redes de vanguarda;
5. Promover programas de ensino e treinamento voltados à inovação;
6. Estimular cooperação transnacional bem como entre entidades públicas e privadas na área de inovação e transferência de tecnologia;
7. Estimular a cooperação transnacional sobre programas, redes e entidades que busquem mecanismos para desenvolver a excelência e alcançar a vanguarda;
8. Propor nova perspectiva no que diz respeito a processos comerciais, estrutura organizacional e gerência de inovação;
9. Incentivar a colaboração entre governo, universidades/instituições de pesquisa e empresas, bem como estimular ainda mais as universidades para que liderem, neste formato, centros e redes de vanguarda/excelência;
10. Estabelecer regras relativas à propriedade intelectual e a produção de patentes, bem como estimular a formação de redes para viabilizar novas parcerias e processos de transferência de tecnologia mais eficientes.

Uma agenda provisória do evento pode ser requisitada aos organizadores.

Data e Local: A data prevista é de 6/11/2012 a 8/11/2012 e o local será o rio de Janeiro ou no Parque Tecnológico da UFRJ ou em auditório no Centro da cidade.

Programação Prevista

Primeiro Dia: Na abertura do Evento os componentes da mesa terão um tempo de 15 minutos cada um para discorrer sobre o tema “Vanguarda, Excelência, Inovação como elementos de sucesso de sua organização”. Nas seções seguintes serão apresentados cinco relatos de experiências nacionais e internacionais de sucesso, havendo um tempo para discussões e uma retrospectiva dos assuntos do dia.

Segundo dia: Serão apresentados mais cinco relatos de experiência nacionais de sucesso, discussão sobre as metodologias empregadas e um tempo para discussão e retrospectiva do seminário.

Terceiro dia: - Visita: A ideia do seminário é discutir os mecanismos para se chegar à excelência e à vanguarda e mostrar casos concretos de algumas entidades ícones. Com esse objetivo, os expositores e alguns convidados farão visitas a alguns organismos de vanguarda. O local da visita está em estudo e depende do que se deseje atingir. Em princípio cogita-se do CENPES da Petrobras e laboratórios do Parque Tecnológico da UFRJ.

Sobre os organizadores

O Espaço Centros e Redes de Excelência ECENTEX/COPPE/UFRJ e a Organização Economia e Energia - e&e, com o apoio do CNPq, organizam o Seminário para debater o tema “Rotas para a Vanguarda” com os principais atores que têm de fato representatividade na formação e condução de Centros e Redes de Vanguarda. A busca da excelência como forma de alcançar e manter a liderança nas áreas de tecnologia e de ação social está na raiz da constituição do ECENTEX.

Em parceria com a Organização Economia e Energia – e&e, o ECENTEX vem trabalhando na estruturação de organismos de vanguarda, na revisão de vários textos que instruem a formação dessas entidades, bem como na realização de seminários, como, por exemplo, sobre um Centro de Excelência em Produtividade de Capital realizado em 2009 na Sede do BNDES. (<http://ecen.com/eee79/eee79p/eee79p.htm>).

O ECENTEX e a e&e acabam de colocar nos seus sites o novo livro sobre Organismos de Vanguarda que atualiza a metodologia desenvolvida na COPPE sobre o tema (<http://ecentex.org>). Mantêm também atualizada uma

lista de Centros e Redes de Excelência no Brasil e no Exterior. Algumas unidades no exterior foram objeto de visitas relatadas no site do ECENTEX.

O ECENTEX, sediado nas instalações da COPPE, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, é dirigido pelo Eng. José Fantine, que foi diretor da Petrobras e gerente executivo de planejamento da estatal, sendo ele o técnico que desenvolveu, ainda na Petrobras, a metodologia que ora lastreia os trabalhos do ECENTEX/COPPE.

No texto Organismos de Vanguarda (www.ecentex.org) são encontradas referências estratégicas, conceituais e históricas sobre tal movimento que a COPPE, através do ECENTEX, capitaneia no País.

A Organização Economia e Energia, por sua vez, nasceu em 1998, com sede em Belo Horizonte e filial no Rio de Janeiro, sendo seus objetivos, por um lado, dar sustentação à revista do mesmo nome, criada em 1997, e, por outro, contribuir para o desenvolvimento social e econômico do Brasil e de outros países, através de pesquisas nos campos da economia e energia. O Doutor em Física Carlos Feu Alvim é seu Diretor-Superintendente.

A revista trimestral Economia e Energia, e&e, editada pela Organização de mesmo nome e disponível na internet (<http://ecen.com>), tem tratado em vários de seus artigos o assunto Inovação Tecnológica e Centros de Excelência, que têm servido de valiosa fonte de informação para pesquisadores do tema.

Emissões de Gases de Efeito Estufa na Produção e Usos de Energia

1 - Resumo

Este trabalho apresenta os principais resultados para as emissões de GEE relativas à produção uso e transformação da energia no Brasil entre os anos de 1970 a 2010 para diversos setores da economia. Os cálculos foram feitos usando-se o *software bal_eec_usos*, que reúne os dados das matrizes que dão origem ao Balanço Energético Nacional – BEN, os dados do Balanço de Energia Útil – BEU e os coeficientes utilizados na elaboração do inventário brasileiro de emissões de gases de efeito estufa que integra a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

As emissões energéticas brasileiras em 2010 foram estimadas em 414 milhões de toneladas (ou Tg) de gases de efeito estufa em equivalente a CO₂. As emissões totais e setoriais são comparadas com a evolução do PIB.

Palavras-chave:

Brasil, emissões de gases de efeito estufa, emissões setoriais

Abstract

This article presents the main results regarding the emissions of greenhouse effect gases (GHG) in the production, transformation and use of energy in Brazil between 1970 and 2010 in different sectors of the economy. Calculations were made using the *bal_eec_usos* software which contains the matrix data from the National Energy Balance - BEN and the Useful Energy Balance – BEU, and emission coefficients used in the Brazilian inventory of GHG emissions that are part of the United Nations Framework Convention on Climate Change.

In 2010 Brazilian emissions were estimated to be 414 million tons (or Tg) of GHG in CO₂ equivalent. Total and sectoral emissions were compared to the GDP growth.

Key-words:

Brazil, greenhouse effect gases emissions, sectoral emissions.

1 - Resumo Executivo e Conclusões

Este trabalho apresenta os principais resultados para as emissões relativas à produção uso e transformação da energia no Brasil entre os anos de 1970 a 2010 usando metodologia coerente com a utilizada no Inventário Brasileiro.

As emissões totais e setoriais são comparadas com o crescimento do PIB para o total e para setores. As emissões brasileiras energéticas em 2010 foram de 414 milhões de toneladas (ou teragramas Tg) de gases de efeito estufa em equivalente a CO₂ como é mostrado na Tabela 1.1. e aumentaram cerca de 63 milhões de toneladas (Tg) entre 2005 e 2010.

Tabela: 1.1: Emissões de gases de efeito estufa expressas em equivalente a CO₂

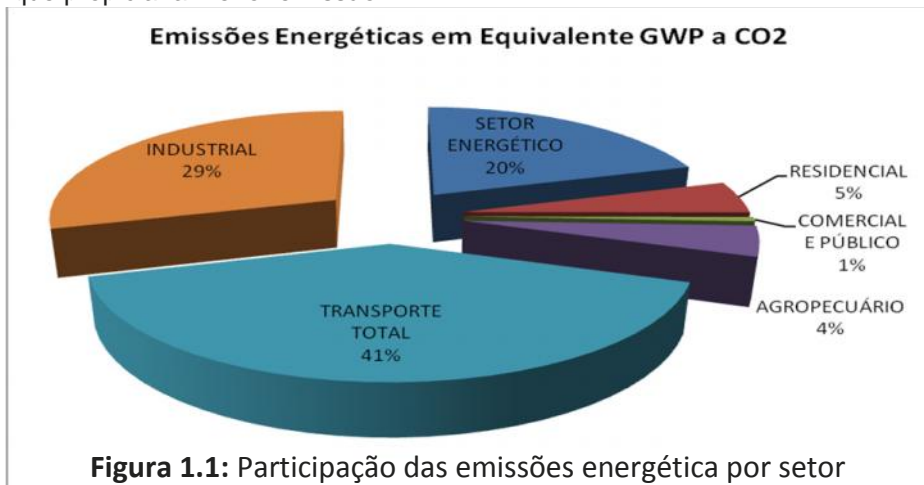
Período	2005	2010	2010	2010/ 2005	2010/ 2005	2010/ 2005
	Emissões 2005 milhões t	Emissões 2010 milhões t	Participação nas Emissões	Aumento emissões milhões t	Participação no Aumento	Crescimento
Setor Energético	65,7	84,2	20%	18,5	29%	28%
Residencial	18,2	19,5	5%	1,3	2%	7%
Comercial e Público	3,7	2,7	1%	-1,0	-2%	-27%
Agropecuário	15,7	18,2	4%	2,5	4%	16%
Transpote Total	136,4	167,7	41%	31,3	49%	23%
Rodoviário	123,3	151,5	37%	28,2	45%	23%
Outros	13,1	16,1	4%	3,1	5%	23%
Industrial	110,7	121,4	29%	10,7	17%	10%
Total Geral	350,4	413,7	100%	63,2	100%	18%

As emissões no transporte correspondem a 41% das emissões energéticas seguidas pelo setores industrial (29%) e energético (20%), conforme é mostrado na Figura 1.1. No setor energético (ampliado) estão incluídas todas as emissões de transformação de energia primária em secundária seja na geração de energia (como de energia elétrica) seja nas demais unidades da transformação (como refinarias, carvoarias e plantas de GN).

Entre 2005 e 2010 houve um aumento de 18% das emissões energéticas no Brasil. O aumento das emissões foi inferior ao aumento do PIB no mesmo período (25%).

O aumento das emissões em um país em desenvolvimento como o Brasil é esperado, já que existe ainda uma grande defasagem no consumo de energia per capita em relação aos países desenvolvidos. Deve-se ainda assinalar que o Brasil tem uma matriz energética, sobretudo no que concerne à geração de eletricidade, extremamente limpa. A redução do volume de água armazenado vem diminuindo a capacidade da auto - regulação da geração hídrica, havendo necessidade de aumento da geração térmica. Isto explica a variação importante na emissão do setor energético, que ocorreu principalmente na geração de energia elétrica.

Outro setor que sofreu expressiva variação foi o setor de transporte responsável por quase metade do aumento das emissões. As emissões neste setor ainda cresceram menos (23%) que o PIB global (25%) e do que o PIB do Setor (43%), como é mostrado na Tabela 1.2. O crescimento das emissões poderia ter sido maior não fosse um aumento de 186% do uso de álcool hidratado contra 20% do diesel e 29% da gasolina. O crescimento da oferta de álcool não foi suficiente, no entanto, para manter o nível da mistura, tendo sido registrado no período uma redução de 7% no consumo de álcool anidro. Ou seja, já existe demanda efetiva para maior volume de álcool o que propiciaria menor emissão.



Não sendo de se esperar que houvesse uma redução nas emissões de efeito estufa no País, um bom indicador para avaliação das emissões brasileiras é a intensidade das emissões relativas ao PIB. Após um período de crescimento da intensidade das emissões (1986 a 2009), ela foi revertida nos últimos anos, já havendo caído 13% em relação ao valor de pico. Os

valores para 2005 e 2010 estão mostrados na Tabela 1.3.

Note-se na Tabela 1.2 que o maior aumento do PIB verificou-se no setor comercial e público, de baixa intensidade de emissões, e no setor de transportes, de densidade de emissões mais alta, conforme mostrado na Tabela 1.3. Outros dois setores com intensidade acima da média (industrial e energético) tiveram crescimento abaixo da média, o que também contribui para a redução da intensidade geral. A redução global resulta da composição da mudança da estrutura do PIB por setor e das intensidades de cada setor.

Tabela 1.2: Variação do PIB comparada com a das Emissões para os Diversos Setores

Período	2005	2010	2010	2010/ 2005	2010/ 2005
	PIB US\$ bi de 2010	PIB US\$ bi de 2010	Participação no PIB	Variação do PIB	Variação Emissões no Setor
Setor Energético	87	97	5%	11%	28%
Residencial	-	-		-	7%
Comercial e Público	1.024	1.321	62%	29%	-27%
Agropecuário	97	128	6%	31%	16%
Transporte Total	85	121	6%	43%	23%
Industrial	412	458	22%	11%	10%
Total Geral	1.705	2.126	100%	25%	18%

Tabela 1.3: Variação da intensidade das emissões por setor

	2005	2010	2005/ 2010
	kg CO ₂ eq/ US\$2010	kg CO ₂ eq/ US\$2010	Variação
Setor Energético	0,753	0,868	15%
Comercial e Público	0,004	0,002	-43%
Agropecuário	0,161	0,142	-12%
Transporte Total	1,613	1,382	-14%
Industrial	0,299	0,265	-12%
Total Geral	0,205	0,195	-5%

Pode-se observar que houve redução de 5% nos números globais da intensidade de emissões mostrada na Tabela 1.3 como também em todos os outros setores, exclusive o setor energético onde houve aumento dessa intensidade.

A Figura 1.2 mostra a evolução da razão emissão de gases de efeito estufa /PIB no Brasil.

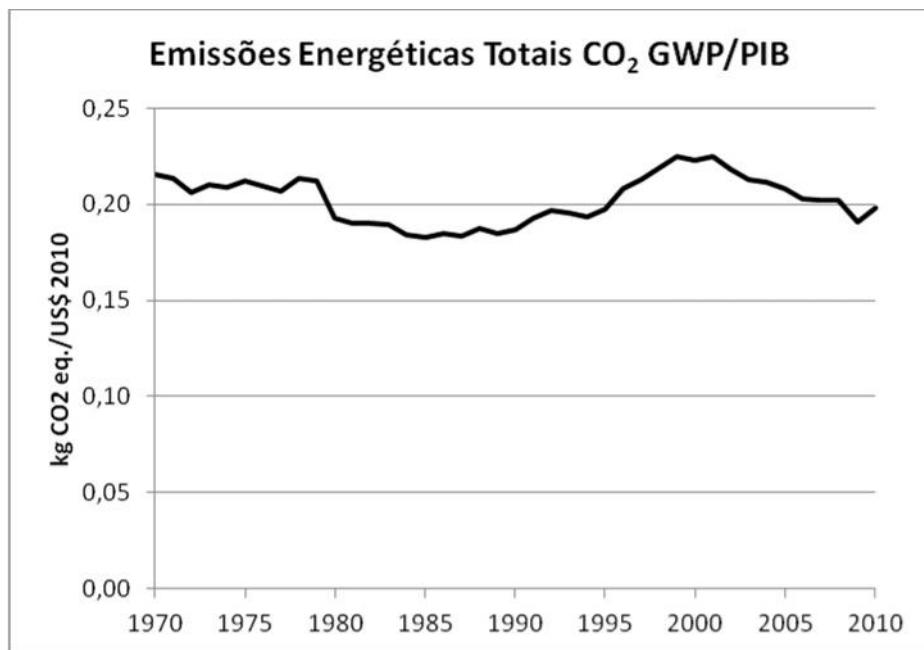


Figura 1.2: Evolução da razão emissão de gases de efeito estufa /PIB no Brasil

Quanto às emissões por fonte primária de origem, pode-se ver na Figura 1.3 que 83% das emissões brasileiras estão associadas ao uso de petróleo, gás natural e seus derivados. Note-se que os renováveis também contribuem diretamente para as emissões, principalmente via metano e N₂O.

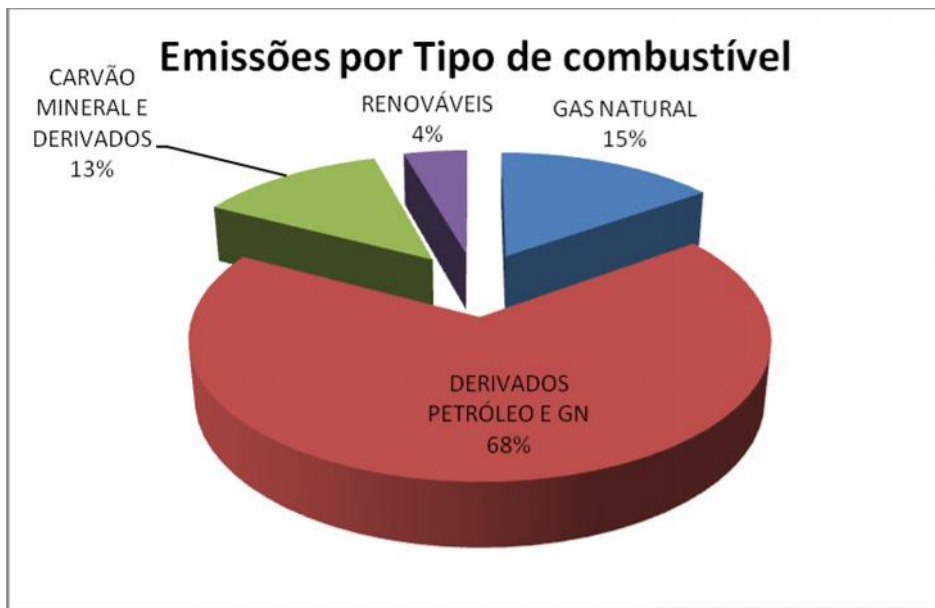


Figura 1.3: Emissões por tipo de combustível primário mostrando a absoluta predominância de petróleo + GN nas emissões brasileiras

2 - Introdução

Grande parte das emissões de gases de efeito estufa originárias das atividades humanas está relacionada às atividades de produção, transformação e uso da energia. Para avaliar estas emissões, é necessário conhecer a produção, transformação e consumo de energéticos nos diversos setores do País. Estes dados constam do Balanço Energético Nacional - BEN, editado pelo Ministério de Minas e Energia - MME há mais de trinta anos e atualmente sob a responsabilidade da Empresa de Pesquisas Energéticas – EPE do mesmo Ministério.

O Balanço de Energia baseia-se em uma importante característica da energia, que é sua conservação na natureza, estabelecida na Primeira Lei da Termodinâmica. Com isso é possível elaborar um balanço que, partindo da energia em sua forma primária na natureza (petróleo, lenha, energia hídrica, gás natural, carvão mineral, etc.), passa por uma série de transformações que a convertem em formas secundárias de mais fácil utilização (gasolina, carvão vegetal, eletricidade, coque, etc.) que é finalmente utilizada nos diversos setores da atividade humana (residências, indústrias, veícu-

los, etc.).

Além disso, o MME edita, agora também sob a responsabilidade da EPE, com intervalo de cerca de dez anos o Balanço de Energia Útil – BEU onde é indicado para um conjunto de setores o consumo de combustíveis por tipo de uso e a eficiência para cada energético por tipo de uso e setor. A disponibilidade destes dados permite avaliar o tipo de equipamento usado em cada setor por uso e combustível. A partir de características de emissões dos diversos gases de efeito estufa catalogadas para diversos tipos de equipamentos, é possível avaliar coeficientes de emissões que consideram as variáveis: uso, combustível e setor para os gases que constaram do Inventário. Uma interpolação entre os anos para os quais existe o BEU permite obter as emissões setoriais.

A maior parte das emissões causadoras do efeito estufa está relacionada a gases que contêm carbono (dióxido de carbono e metano, principalmente). As fontes energéticas ditas fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) têm sua energia química armazenada sob a forma de compostos de carbono. Também as fontes de origem na biomassa armazenam energia em moléculas de carbono retiradas da atmosfera pela fotossíntese nos vegetais.

A massa de carbono nesses processos, assim como acontece na energia, também se conserva sendo possível estabelecer um Balanço de Carbono nas atividades energéticas e fazer o mesmo em outros tipos de atividade onde existem emissões destes gases. Em todas as complexas reações químicas entre a matéria prima (e.g.: petróleo), suas transformações em derivados (nas refinarias) para finalmente sua emissão no uso final sob a forma de gases (principalmente CO_2) na atmosfera, e considerando uma pequena retenção na superfície, a massa de carbono é conservada. Segue o Princípio de Lavoisier: transforma-se, não é criada nem desaparece. A apuração do Balanço de Carbono já possibilitou a identificação de vários erros e omissões não só na apuração das emissões como no próprio balanço energético.

O presente trabalho usa os dados do BEN e BEU acoplados a coeficientes selecionados a partir dos trabalhos realizados para a elaboração dos inventários da Primeira e Segunda Declaração do Brasil, com auxílio do software *bal_eec_usos*, apresenta um quadro histórico das emissões por fonte energética e por atividades dos diversos gases que contêm carbono no período 1970/2010.

3 - Metodologia

A apresentação das emissões na forma do Balanço de Energia e Carbono unifica a abordagem denominada *Top-Down*, onde é medida a quantidade de carbono que “entra” no sistema no País, e a abordagem *Bottom-Up* onde, partindo dos setores de atividade da sociedade humana, se identifica o tipo de emissões por energético a partir de dados de desempenho dos equipamentos utilizados.

As emissões dos gases que contêm carbono (CO₂, CH₄, CO e NMVOCs) são fruto de uma extrapolação de coeficientes obtidos para anos anteriores e posteriores aos períodos focalizados nas Declarações brasileiras. Os valores devem ser considerados indicativos, já que fundamentalmente se supõe um “congelamento” das tecnologias utilizadas. A apuração para cada Declaração pressupõe uma criteriosa reavaliação de coeficientes que, no entanto, não costumam introduzir variações muito significativas na avaliação das emissões embora representem sempre um avanço na compreensão do processo de emissão e das oportunidades para mitigação.

A incorporação dos dados do Balanço de Energia Útil, também apurados pelo MME e associados aos dados sobre os equipamentos utilizados em cada setor e em cada uso por energético, permitiu gerar dados mais confiáveis sobre essas emissões em relação à divulgação anterior (ref 1). Com efeito, a possibilidade de considerar a evolução das destinações por uso em cada setor permite obter uma avaliação bastante satisfatória das emissões e coerente com a metodologia adotada nas declarações.

Os cálculos são feitos pelo *software bal_eec_usos*, que se constitui numa evolução do *software bal_eec* desenvolvido pela ECEN Consultoria Ltda. de fácil utilização, onde estão disponíveis os dados completos referentes ao período 1970 a 2010.

Como o Balanço Energético não se preocupa, em princípio, com o balanço de massa de carbono, não constitui surpresa se, aplicados coeficientes usuais (recomendados como *default* pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC (ref 3) ou, específicos para o Brasil, usados nas Declarações à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, já apresentadas pelo Brasil ou extraídos de estudos específicos) sejam encontradas diferenças, algumas significativas, na massa de carbono entre energia primária e secundária e as contabilizadas nos diversos usos. A análise do balanço de carbono propiciou uma série de correções nos coeficien-

tes energia / massa baseadas em estudos que envolveram principalmente a biomassa e seus derivados.

Estabelecido o balanço de carbono, é possível avaliar as emissões em equivalente a CO₂ usando coeficientes recomendados pelo IPCC, descontando-se, no entanto, uma pequena fração dos combustíveis utilizados (da ordem de 1%) de material não oxidado,¹ que se supõe não voltar à atmosfera. Existe igualmente uma fração do uso não energético que é considerada retida e incorporada em materiais onde a retenção é assumida como definitiva. Esta metodologia denominada *Top-Down* pelo IPCC já foi descrita em muitos trabalhos anteriores. O programa gera tabelas, no formato recomendado pelo IPCC, onde estão explicitadas as diferentes etapas de cálculo.

O Balanço de Carbono aplica o que se pode chamar de “*Top-Down* Extendido” a cada Setor considerando as entradas de carbono em cada setor na forma de combustíveis para deduzir as emissões setoriais. A confrontação desses resultados, considerando a massa de carbono emitida, é confrontada com a obtida usando coeficientes para a emissão dos diferentes gases de efeito estufa que contém carbono. Os coeficientes de emissão do CO₂ propriamente dito são ajustados por tipo de uso de maneira a assegurar a contabilidade de carbono. Ou seja, a variação do coeficiente de emissão de metano, por exemplo, implica na alteração no coeficiente de emissão de CO₂ o que habitualmente não é realizado, caracterizando uma dupla contagem.

3.1 Emissões de Gases do Efeito Estufa pela Metodologia Setorial

Na abordagem setorial procura-se estabelecer coeficientes adequados ao Brasil. Deve-se ter em conta que as peculiaridades de cada país, no que se refere às emissões, estão ligadas à diferença dos combustíveis utilizados e/ou às características dos equipamentos de uso e transformação. Estudos setoriais podem identificar melhor os equipamentos usados e os coeficientes de emissão nas condições brasileiras.

Em trabalho anterior (ref 4) foram discutidos os fatores de emissão para os gases não CO₂ no uso de combustíveis e que dependem da tecnologia utilizada. Como essa tecnologia varia para cada setor, o mesmo ocorre com os fatores de emissão. Foi identificado o nível de detalhamento que se pode alcançar na associação dos combustíveis com os equipamentos de uso mais frequente no Brasil.

1 - A conversão da quantidade de carbono oxidada em emissões de CO₂ é feita multiplicando-se a massa de carbono por 44/12.

Para apuração das emissões em equivalente a gás carbônico foram usados os coeficientes estabelecidos na metodologia GWP (*Global Warming Power*) pelo IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) que consideram o poder de aquecimento dos diferentes gases em relação ao CO₂, a saber: 21 para o CH₄, 310 para o N₂O.

Para os demais gases foram consideradas as equivalências em carbono. Os gases emitidos têm, com exceção dos NMVOCs, uma relação bem conhecida entre a massa de carbono e a massa total, que são as seguintes:

$$\text{CO}_2 \quad c1 = 12/44$$

$$\text{CO} \quad c2 = 12/28$$

$$\text{CH}_4 \quad c3 = 12/16$$

Para os NMVOCs foi suposta uma fração de massa de carbono ($c4 = 0,85$) baseada na média das emissões da indústria. Estes fatores são usados para apurar as massas de carbono emitidas. No caso do metano, o coeficiente de massa foi usado para a apuração do balanço de carbono e a equivalência GWP quando se queria apurar o equivalente a CO₂.

O estudo do enfoque Setorial ou *Bottom-Up* parte dos dados de transformação e consumo do Balanço Energético Nacional, do Balanço de Energia Útil e de estudos específicos de setores de uso e transformação da energia para avaliar as emissões dos diferentes gases de efeito estufa.

O Balanço de Energia Útil fornece o quadro da destinação de cada energético (em energia final) por tipo de uso para os diversos setores bem como as respectivas eficiências. Das destinações disponíveis, são relevantes para as emissões as de calor de processo, aquecimento direto e força motriz, que indicam a tecnologia empregada (caldeira ou aquecedor, forno ou secadores e motor ou turbina, respectivamente). Uma aplicação residual de combustíveis para iluminação também é considerada².

Em trabalho anterior, intitulado “Relatório de Identificação dos Equipamentos Empregados no Brasil e dos Respectivos Coeficientes de Emissão de Gases Não – CO₂” (ref 5) apresentado ao PNUD em Agosto de 2007, procurou-se identificar o nível de detalhamento que se pode alcançar na associação dos combustíveis com os equipamentos de uso mais frequente no Brasil.

2 - O uso do BEU como auxiliar na apuração das emissões foi introduzido pela equipe do MCT na apuração do Primeiro Inventário

Deve-se assinalar ainda que os Balanços de Energia Útil para os anos de 1983, 1993 e 2003, editados pelo MME/EPE, estão disponíveis e permitem obter a destinação, por tipo de uso, da energia usada em cada setor da economia constante do BEN.

4. Emissões por setores

Pode-se ter um quadro resumido das emissões expressas em massa de carbono, escolhendo-se alguns setores e agrupando os energéticos. Foram escolhidos os seguintes setores:

- Energético amplo (produção, transformação e uso no setor energético);
- Residencial;
- Comercial e Público;
- Agropecuário;
- Transportes e
- Industrial.

Os combustíveis foram agregados em:

- Biomassa;
- Gás Natural;
- Petróleo e Derivados de Petróleo e de Gás Natural;
- Carvão Mineral e seus Derivados;

que, conforme o caso, também aparecem agregados em
Renováveis;
Não Renováveis.

4.1 Apuração das Emissões

Na apuração das emissões foi usado o *software* **bal_eec_usos**, que é uma modificação de programa anterior desenvolvido para a apuração do balanço em energia equivalente e de emissões usando coeficientes diretamente extraídos do primeiro inventário das emissões brasileiras.

O programa sofreu modificações a fim de permitir apurar, além dos balanços energéticos de energia equivalente e de carbono, as emissões por energético e por gases formadores do efeito estufa: CO₂, CO, CH₄, NM-VOCs, NO_x e N₂O.

As emissões de compostos de nitrogênio não interessam para o balanço de carbono, mas contribuem para o efeito estufa e também são apuradas com uso de coeficientes específicos por setor, uso e combustível. A soma do carbono contido nestes gases fornece o total de carbono enviado à atmosfera. Pode ser feita uma confrontação entre as emissões obtidas pelo processo *Top-Down* e *Bottom-Up* que permite detectar erros e omissões nos coeficientes utilizados.

4.2 Emissões Setoriais de Gases de Efeito Estufa

Na Tabela 4.1 mostram-se para os anos de 1970 a 2010 (de cinco em cinco anos) as emissões setoriais em GWP CO₂ em Gg/ano que contribuem para o efeito estufa (fontes não renováveis).

A Tabela mostra ainda, em valores relativos a 2005, as emissões totais e o PIB em cada ano.

Tabela 4.1: Emissões em equivalente GWP de CO₂ por Setor em Gg/ano

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
SETOR ENERGÉTICO AMPLIADO	9.574	13.498	20.399	23.042	37.639	42.617	55.831
NÃO APROVEITADA	2.342	1.634	3.418	3.047	5.735	5.208	5.150
CENTRAIS. ELET. SERV. PÚBLICO	4.329	5.237	5.974	8.732	18.481	20.441	26.307
CENTRAIS ELET. AUTOPRODUT.	1.514	2.378	3.302	4.108	7.092	8.084	13.318
CARVOARIAS	1.207	3.173	4.416	3.487	3.208	4.206	2.984
DESTILARIAS	181	1.076	3.290	3.668	3.122	4.678	8.071
SETOR ENERGÉTICO	3.894	10.553	14.075	14.504	17.766	23.084	28.330
RESIDENCIAL	11.156	13.292	16.494	17.974	19.230	18.169	19.508
COMERCIAL	609	1.215	2.134	1.621	2.253	1.941	1.495
PÚBLICO	296	793	512	2.095	2.116	1.740	1.191
AGROPECUÁRIO	3.196	8.493	10.948	14.223	14.747	15.722	18.200
TRANSPORTE TOTAL	38.768	73.135	82.360	104.254	125.258	136.404	167.669
RODOVIÁRIO	33.433	60.725	71.392	92.104	111.565	123.336	151.536
FERROVIÁRIO	1.386	1.912	1.630	1.358	1.243	1.736	2.061
AÉREO	2.128	5.185	5.878	7.280	9.510	7.759	9.688
HIDROVIÁRIO	1.822	5.312	3.459	3.512	2.940	3.573	4.385
INDUSTRIAL TOTAL	24.875	66.307	61.589	78.621	100.156	103.624	113.934
CIMENTO	3.857	7.767	5.708	6.039	10.487	8.607	13.901
FERRO GUSA E AÇO	8.139	19.822	27.477	36.853	41.526	44.467	45.843
FERRO LIGAS	12	359	261	302	681	1.287	1.419
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	714	3.150	2.430	3.263	5.617	7.181	7.787
NÃO FERROSOS E OUT. METL..	500	2.210	3.205	4.711	6.451	8.088	8.246
QUÍMICA	2.618	9.182	8.659	10.060	14.315	14.774	14.195
ALIMENTOS E BEBIDAS	2.605	5.722	3.786	4.728	4.812	3.914	4.177
TÊXTIL	1.179	2.215	1.624	1.345	1.269	1.165	1.021
PAPEL E CELULOSE	1.447	3.776	2.517	3.455	4.350	3.888	3.702
CERÂMICA	1.153	3.349	1.871	2.846	3.541	3.977	5.269
OUTRAS INDÚSTRIAS	2.651	8.756	4.050	5.019	7.108	6.277	8.372
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉT.	49	1.683	5.634	6.072	7.523	7.114	7.493
TOTAL GERAL	92.417	188.969	214.145	262.406	326.688	350.417	413.651
Emissões Relativas a 2005	26	54	61	75	93	100	118
PIB relativo a 2005	25	58	68	79	87	100	124

A Figura 4.1 mostra as Emissões de CO₂ por setor agregado em unidades GWP.

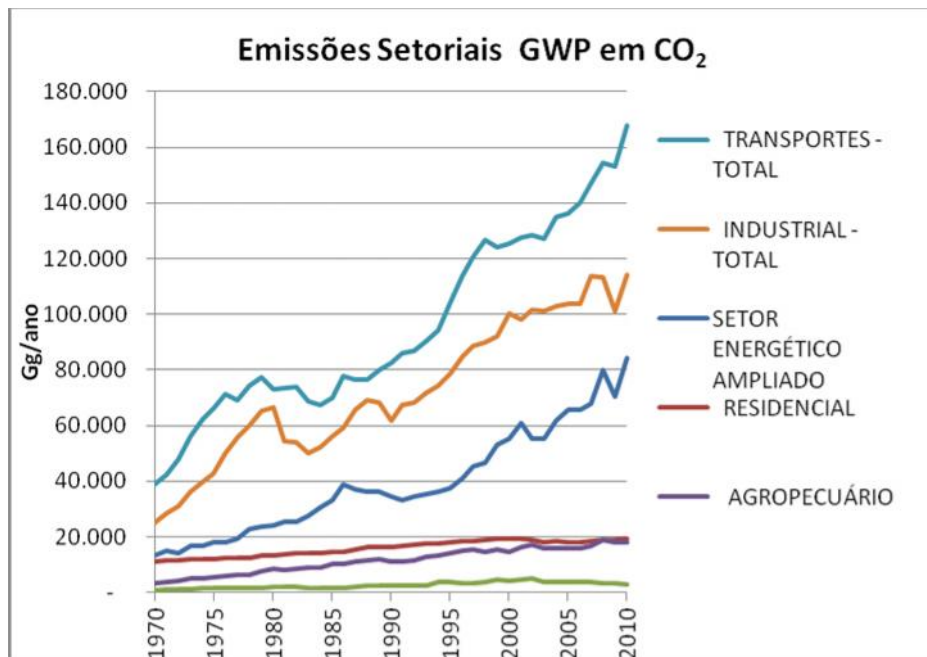


Figura 4.1: Emissões de CO₂ por setor agregado em unidades GWP

4.3 Emissões de CO₂ equivalente por Tipo de Combustível

As Figuras 4.2 e 4.3 mostram as participações das emissões percentuais e totais por tipo de combustível, incluindo as renováveis.

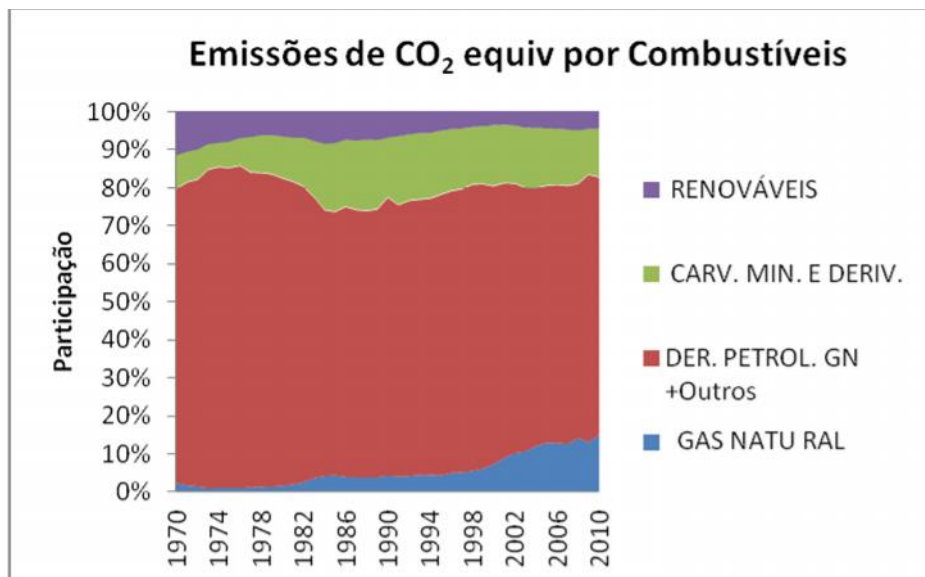


Figura 4.2: Participação das Emissões de CO₂ GWP por combustível

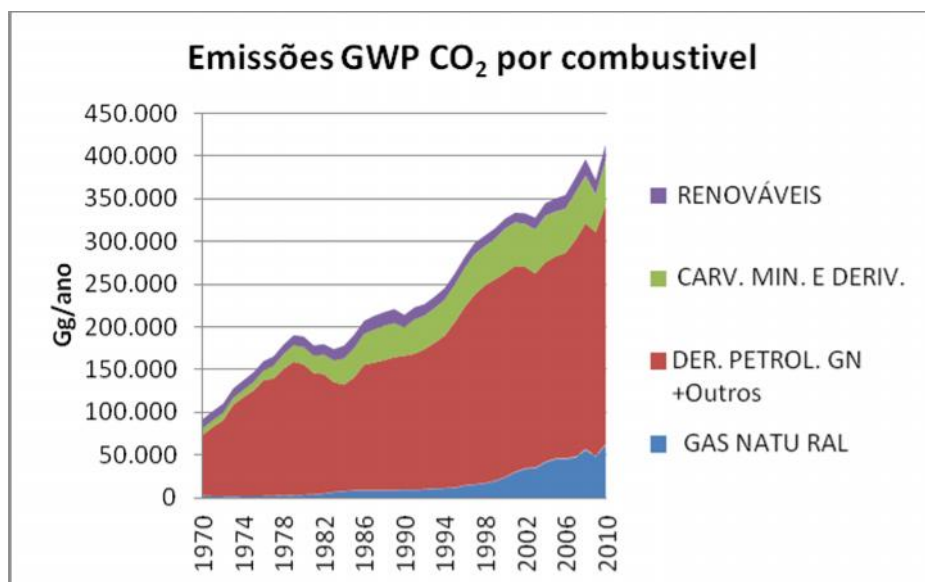


Figura 4.3: Emissões de CO₂ GWP por combustível em Gg/ ano

A Tabela 4.2 resume as emissões de carbono por setor e tipo de combustível para o ano de 2010.

Tabela 4.2: Emissões de CO₂ GWP para o período 1970 a 2010 por combustível em Gg/ano

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
GAS NATURAL	2254	3219	9307	11607	24013	45652	62553
CARVAO VAPOR	2265	4739	7589	7620	10331	8656	9553
CARVAO MET.	0	0	0	2395	9661	12333	12261
OUTRAS NAO REN.	162	349	1053	947	2490	3053	3409
OLEO DIESEL	17211	49523	66307	80583	95556	105623	127166
OLEO COMBUST.	24335	55345	32960	38471	37146	23339	19477
GASOLINA	21659	25769	21768	32270	38669	39592	51032
GLP	3579	7971	14475	16982	20550	18663	20178
NAFTA	4	1041	3044	3739	4983	4467	4496
QUEROS.	3382	6280	6303	7442	9504	7706	9548
GAS DE REFIN.	645	3259	5198	5883	7904	10426	11156
COQUE PETROLEO	0	0	1634	2704	13868	15971	24848
OUT.EN. PETROLEO	138	2603	2007	3236	6625	6492	6755
GAS CIDADE	354	610	751	320	229	0	0
LUBRIFICANTES	0	0	1070	1034	1261	1313	1698
COQUE CARV.MIN	5248	14190	22781	30221	28880	28496	27792
GAS DE COQUERIA	624	1474	2703	3013	2824	2901	3036
OUT.SEC. ALCATRAO	111	344	663	883	529	352	583
NÃO RENOVÁVEIS	81971	176717	199612	249349	315022	335036	395542
LENHA	9630	9579	8330	6653	6460	8231	6996
BAGACO DE CANA	280	607	1008	1162	728	773	1257
CARVAO VEGETAL	356	971	1418	1138	1116	1449	1071
ALCOOL ETILICO	0	21	488	435	241	250	715
REJEITO RENOVÁVEL	181	1076	3290	3668	3122	4678	8071
RENOVÁVEIS	10447	12253	14533	13057	11666	15381	18110
TOTAL	92417	188969	214145	262406	326688	350417	413651

Nota: Asfaltos, Solventes, Outros Energéticos de Petróleo, Caldo de cana, Melaço, Lixívia, Outras Recuperações renováveis apresentaram emissão zero dentro da precisão mostrada na Tabela e não são nela mostrados.

A Tabela 4.3 mostra as emissões de CO₂ em GWP para o período 1970 a 2010 para os vários combustíveis mais detalhados em unidades de Gg/ano e a Figura 4.4 mostra a evolução das emissões de CO₂ GWP separados por fontes renováveis e não renováveis.

Tabela 4.3: Emissões de CO₂ para o período 1971 a 2010 para os vários combustíveis.

	GAS NATURAL	DERIVADOS PETRÓLEO E GN	CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	RENOVÁVEIS	TOTAL
PRODUÇÃO + NÃO APROVEITADA	5150	0	0	0	5150
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	17201	14370	8002	52	39626
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0	0	0	0	0
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	1157	6194	141	0	7493
SETOR ENERGÉTICO	12018	14762	141	1167	28088
RESIDENCIAL	597	16500	0	2410	19508
COMERCIAL E PÚBLICO	619	2021	0	47	2687
AGROPECUÁRIO	6	17190	0	1004	18201
TRANSPORTES	4198	162756	0	715	167669
INDÚSTRIA	21606	45952	44698	1658	
TOTAL	62553	279763	53225	18110	413651

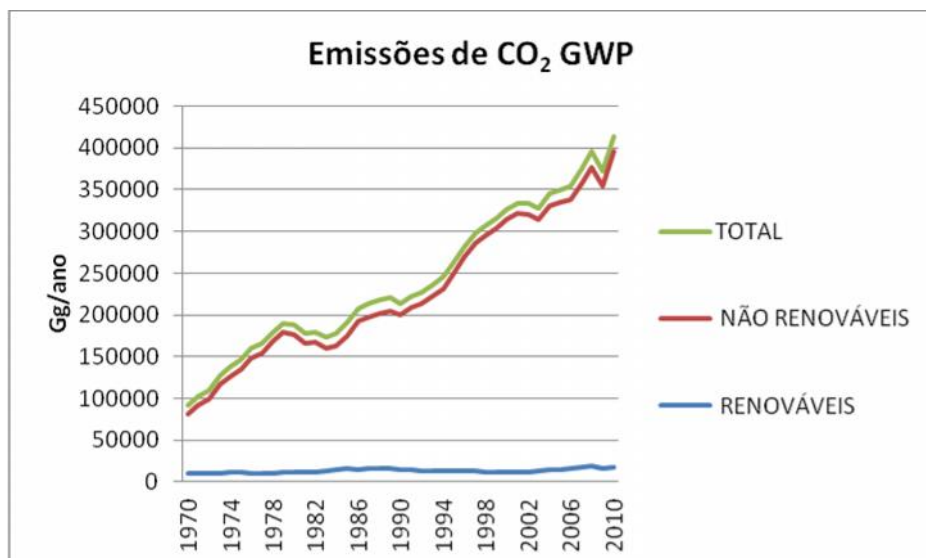


Figura 4.4: Emissões de CO₂ GWP por origem do combustível

5 - Emissões de CH₄

A Figura 5.1 mostra a evolução das emissões de CH₄ entre combustíveis renováveis e não renováveis, no período 1970 a 2010, que permaneceu aproximadamente constante ao longo do período, com grande predominância das energias renováveis.

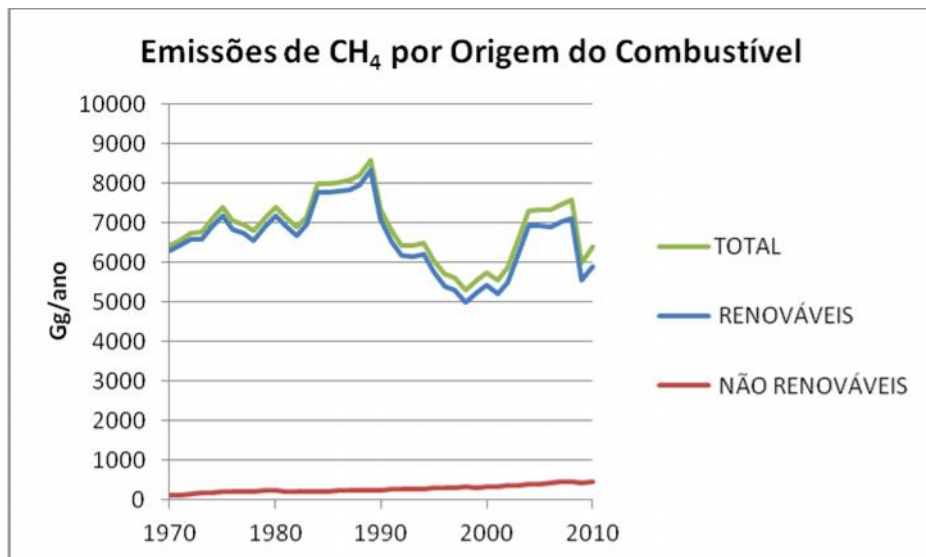


Figura 5.1: Emissão de metano ao longo do período 1970 a 2010

A Tabela 5.1 mostra os valores das emissões de CH₄ GWP CO₂ por setores escolhidos de cinco em cinco anos de 1970 a 2010.

Tabela 5.1: Emissões de CH₄ GWP CO₂ por Setor para Anos escolhidos entre 1970 e 2010 em Gg/ano

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
SETOR ENERGÉTICO AMPLIADO	938	2515	3621	2638	2668	3536	2788
NÃO APROVEITADA	0	0	0	0	0	0	0
CENTRAIS. ELET. SERV. PÚBLICO	1	2	2	4	6	8	8
CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTORAS	3	8	15	26	28	50	90
CARVOARIAS	931	2446	3405	2384	2474	3243	2301
DESTILARIAS	0	0	0	0	0	0	0
SETOR ENERGÉTICO	3	61	201	228	167	242	397
RESIDENCIAL	3642	2950	1617	1240	1323	1648	1471
COMERCIAL	28	30	31	29	28	28	34
PÚBLICO	1	1	1	1	1	1	0
AGROPECUÁRIO	1310	870	591	518	453	598	693
TRANSPORTE TOTAL	98	172	223	245	246	329	415
RODOVIÁRIO	93	162	215	237	239	321	405
FERROVIÁRIO	2	3	2	2	2	2	3
AÉREO	0	1	1	1	1	1	1
HIDROVIÁRIO	3	7	5	5	4	5	6
INDUSTRIAL TOTAL	410	860	1246	1102	1016	1190	970
CIMENTO	1	20	61	50	43	44	14
FERRO GUSA E AÇO	180	510	753	618	635	830	585
FERRO LIGAS	9	31	62	65	75	100	100
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	0	7	7	1	2	2	3
NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.	2	11	45	27	4	5	5
QUÍMICA	5	15	18	15	11	13	13
ALIMENTOS E BEBIDAS	127	168	173	211	122	61	78
TÊXTIL	4	3	9	7	6	6	6
PAPEL E CELULOSE	4	7	13	15	17	18	22
CERÂMICA	57	66	78	70	80	84	112
OUTRAS INDÚSTRIAS	20	21	27	23	22	26	32
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL GERAL	6428	7401	7334	6063	5740	7338	6380

A Tabela 5.2 resume as emissões de metano (CH₄ GWP CO₂) por setor e por tipo de combustível para o ano de 2010 em unidades de Gg/ano.

Tabela 5.2: Resumo das emissões de CH₄ GWP CO₂ para o ano de 2010 em Gg/ano

	GAS NATURAL	DERIVADOS PETRÓLEO E GN	CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	RENOVÁVEIS	TOTAL
PRODUÇÃO + NÃO APROVEITADA	0,0	0,0	0,0	0,0	0
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	0,6	9,6	2,0	85,8	98,1
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SETOR ENERGÉTICO	4,8	4,2	0,1	387,5	396,6
RESIDENCIAL	1,0	25,5	0,0	1444,2	1470,7
COMERCIAL E PÚBLICO	0,3	0,8	0,0	33,7	34,8
AGROPECUÁRIO	0,0	19,2	0,0	673,7	692,9
TRANSPORTES	77,7	289,4	0,0	48,1	415,2
INDÚSTRIA	10,1	19,0	7,5	933,7	970,3
TOTAL	94,5	367,8	9,5	5908,0	6379,9

6 - Emissões de NMVOCs

A avaliação da emissão dos outros compostos orgânicos não voláteis de carbono (NMVOCs na sigla em inglês para *non-methane volatile organic compounds*) foi feita dentro da mesma sistemática de cálculo usando o método de percentuais de carbono a partir da massa de carbono emitida.

A Figura 6.1 mostra a emissão de NMVOCs em GWP CO₂ no período 1970 a 2010 por origem do combustível.

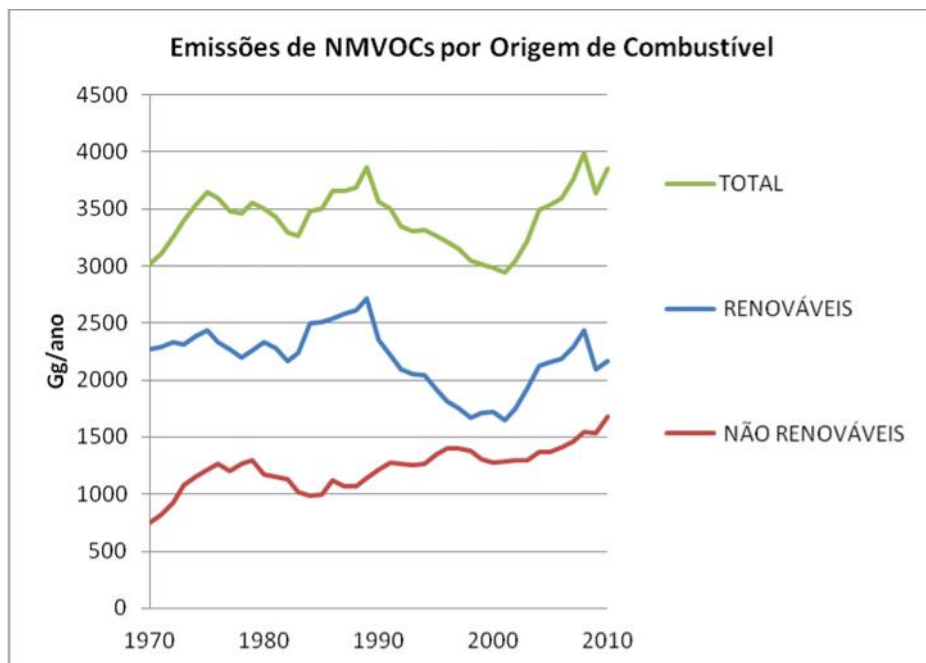


Figura 6.1: Emissão de NMVOCs no período 1970 a 2010 por origem de combustível

A Tabela 6.1 apresenta as emissões totais de NMVOCs em valores do total anual (NMVOCs GWP CO₂) para o período 1970 a 2010 por setor.

Tabela 6.1: Emissões de NMVOCs GWP CO₂ por Setor - Anos 1970 a 2010 em Gg/ano

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
SETOR ENERGÉTICO AMPLIADO	278,9	745,5	1067,1	823,3	786,7	1040,9	811,2
NÃO APROVEITADA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CENTRAIS. ELET. SERV. PÚBLICO	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,1	1,1
CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTORAS	1,0	2,2	4,2	5,3	7,5	13,3	24,6
CARVOARIAS	276,3	726,2	1010,8	798,2	734,3	962,7	683,1
DESTILARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SETOR ENERGÉTICO	1,5	16,9	51,9	19,2	44,1	63,7	102,3
RESIDENCIAL	1515,0	1196,9	641,1	492,5	529,1	661,7	586,2
COMERCIAL	12,7	10,9	9,2	7,6	6,8	6,7	8,0
PÚBLICO	0,9	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3
AGROPECUÁRIO	388,1	257,2	173,8	152,0	132,6	175,5	203,3
TRANSPORTES TOTAL	743,2	1169,6	1512,2	1592,1	1391,8	1496,3	2096,5
RODOVIÁRIO	711,9	1096,8	1455,7	1534,4	1334,5	1433,9	2020,2
FERROVIÁRIO	9,1	15,2	13,6	11,5	10,5	14,7	17,5
AÉREO	7,2	13,7	14,4	17,5	22,6	18,3	22,9
HIDROVIÁRIO	15,1	43,9	28,4	28,8	24,2	29,3	36,0
INDUSTRIAL TOTAL	77,7	124,2	162,6	158,0	140,7	145,9	143,5
CIMENTO	0,8	2,9	5,5	4,7	4,8	4,5	3,0
FERRO GUSA E AÇO	14,6	40,8	59,8	51,2	52,5	66,8	48,9
FERRO LIGAS	0,6	2,3	4,6	4,9	5,9	8,0	8,0
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	0,1	1,6	0,9	0,7	1,1	1,4	1,5
NÃO FERROSOS E OUT. METAL.	0,2	1,2	4,0	2,9	1,3	1,7	1,8
QUÍMICA	1,6	3,2	4,2	3,7	3,6	3,8	3,8
ALIMENTOS E BEBIDAS	35,0	44,0	47,0	56,2	34,3	19,5	24,8
TÊXTIL	1,6	0,8	2,6	2,2	1,8	2,0	2,0
PAPEL E CELULOSE	1,6	2,6	5,1	5,6	6,5	7,0	8,7
CERÂMICA	15,7	18,4	21,0	19,1	22,2	23,4	31,1
OUTRAS INDÚSTRIAS	6,0	6,4	7,7	6,8	6,9	7,9	10,0
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL GERAL	3016,6	3504,8	3566,3	3262,1	2988,2	3527,4	3849,0

A Tabela 6.2 resume as emissões do NMVOCs por setor e tipo de combustível para o ano de 2010.

Tabela 6.2: Resumo das Emissões de NMVOCs para o Ano de 2010 em Gg/ano

	GAS NATU- RAL	DERIVADOS PETRÓLEO E GN	CARVÃO MINE- RAL E DERIVA- DOS	RENOVÁ- VEIS	TOTAL
PRODUÇÃO + NÃO APROVEITADA	0,0	0,0	0,0	0,0	0
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	1,6	1,7	0,2	22,2	25,8
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONS. FINAL NÃO ENERGÉTICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SETOR ENERGÉTICO	3,3	3,1	0,1	95,8	102,3
RESIDENCIAL	0,2	4,1	0,0	581,9	586,2
COMERCIAL E PÚBLICO	0,2	0,5	0,0	7,6	8,3
AGROPECUÁRIO	0,0	3,6	0,0	199,7	203,3
TRANSPORTES	1,2	1642,4	0,0	452,9	2096,5
INDÚSTRIA	6,0	8,2	5,4	123,8	143,5
TOTAL	12,3	1663,7	5,8	2167,1	3849,0

7 - Emissões de N₂O

A avaliação da emissão do N₂O foi feita dentro da mesma sistemática de cálculo usando o método de coeficientes a partir da quantidade de combustível utilizada por setor e uso.

A Figura 7.1 mostra a emissão de N₂O em GWP CO₂ no período 1970 a 2010 por origem do combustível.

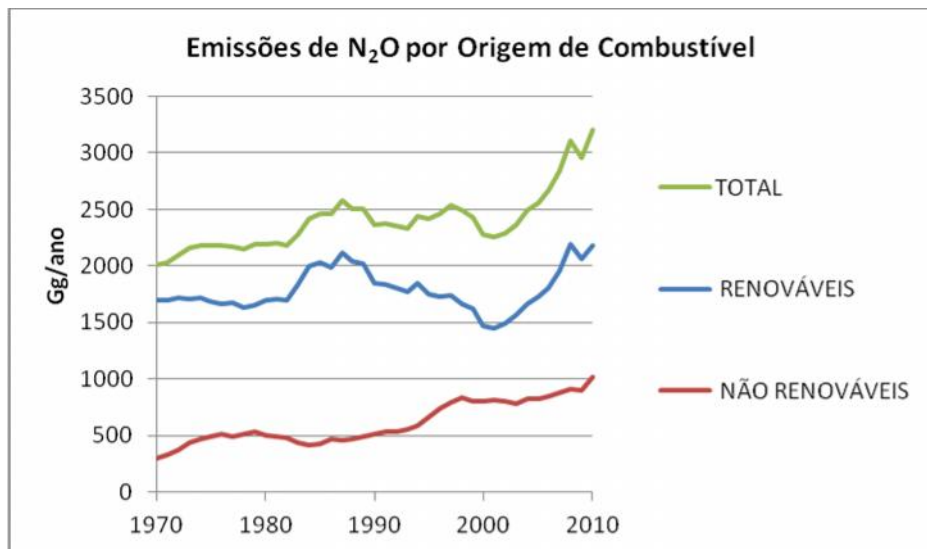


Figura 7.1: Emissão de N₂O no período 1970 a 2010 por origem de combustível

A Tabela 7.1 apresenta as emissões totais de N₂O em valores do total anual (equivalente GWP de CO₂) para o período 1970 a 2010 por setor.

Tabela 7.1: Emissões de N₂O GWP CO₂ por Setor - Anos 1970 a 2010 em Gg/ano

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
SETOR ENERGÉTICO AMPLIADO	18,9	136,6	398,0	63,6	359,8	535,9	886,3
NÃO APROVEITADA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CENTRAIS. ELET. SERV. PÚBLICO	0,9	2,3	3,6	6,5	9,0	13,0	13,5
CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTORAS	7,3	15,7	29,9	37,8	52,3	91,7	169,7
CARVOARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DESTILARIAS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SETOR ENERGÉTICO	10,7	118,5	364,5	19,2	298,5	431,2	703,2
RESIDENCIAL	1000,7	793,9	429,1	331,0	355,0	441,9	392,8
COMERCIAL	12,6	14,1	19,5	12,3	15,7	21,5	20,9
PÚBLICO	1,4	2,3	1,7	4,7	13,0	15,4	13,2
AGROPECUÁRIO	257,7	185,6	138,1	131,7	120,7	151,1	174,5
TRANSPORTE TOTAL	266,4	407,9	535,3	672,6	726,0	746,5	1058,3
RODOVIÁRIO	240,7	345,3	471,8	597,3	633,1	666,0	958,2
FERROVIÁRIO	2,7	4,5	4,1	3,4	3,1	4,4	5,2
AÉREO	18,5	45,0	51,0	63,2	82,6	67,4	84,1
HIDROVIÁRIO	4,5	13,1	8,5	8,6	7,2	8,8	10,7
INDUSTRIAL TOTAL	447,8	651,0	837,8	834,3	685,4	649,9	653,1
CIMENTO	1,8	8,9	20,5	17,4	17,0	15,7	7,9
FERRO GUSA E AÇO	57,0	160,6	236,4	198,0	202,6	261,4	187,6
FERRO LIGAS	2,6	9,4	18,8	19,8	25,6	34,7	34,7
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	0,5	3,3	2,6	2,2	3,2	4,1	4,6
NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.	0,8	4,5	16,7	12,2	4,0	5,1	5,0
QUÍMICA	9,3	17,0	24,5	21,3	17,9	16,9	15,9
ALIMENTOS E BEBIDAS	255,4	316,9	338,6	393,7	228,3	110,7	139,6
TÊXTIL	14,6	5,9	10,0	6,8	5,4	5,7	5,5
PAPEL E CELULOSE	14,1	22,7	46,6	52,2	59,5	64,3	81,2
CERÂMICA	61,4	71,5	82,6	74,8	86,4	90,8	120,8
OUTRAS INDÚSTRIAS	30,2	30,2	40,5	36,0	35,4	40,5	50,4
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL GERAL	2005,5	2191,4	2359,5	2416,5	2275,6	2562,2	3199,1

A Tabela 7.2 resume as emissões do N₂O por setor e tipo de combustível para o ano de 2010.

Tabela 7.2: Resumo das Emissões de N₂O para o Ano de 2010 em Gg/ano

	GAS NATURAL	DERIVADOS PETRÓLEO E GN	CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	RENOVÁVEIS	TOTAL
PRODUÇÃO + NÃO APROVEITADA	0,0	0,0	0,0	0,0	0
GERAÇÃO DE ELETRICIDADE	3,2	17,5	2,4	160,1	183,2
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SETOR ENERGÉTICO	6,5	12,8	0,3	683,6	703,2
RESIDENCIAL	0,3	8,2	0,0	384,2	392,8
COMERCIAL E PÚBLICO	7,8	20,5	0,0	5,8	34,1
AGROPECUÁRIO	0,1	43,3	0,0	131,1	174,5
TRANSPORTES	2,3	842,1	0,0	213,9	1058,3
INDÚSTRIA	11,9	29,7	11,2	600,3	653,1
TOTAL	32,1	974,1	13,9	2179,0	3199,1

8 - Atividade Econômica por Setor

A classificação das atividades econômicas praticada pelo IBGE, coerente com práticas internacionais, e a classificação setorial adotada pelo Balanço Energético Nacional – BEN (ref 6) da EPE/MME, que também segue práticas internacionais, não são coincidentes. O Ministério das Minas Energia – MME - publica regularmente uma adaptação dos dados econômicos a uma estrutura simplificada, mas coerente com a estrutura do BEN. Em geral, para comparações não são usados todos os setores do Balanço Energético Nacional, mas eles são agregados da forma citada a seguir:

- Total - soma de Consumo Final Energético com o Não Energético;
- Consumo Final Energético;
- Serviços – inclui:
 - Comercial e Público;
 - Transportes Total;

- Agropecuário;
- Indústria Total - inclui Extrativa Mineral (Mineração e Pelotização) e Transformação;
 - Extrativa Mineral (Mineração e Pelotização)
 - Transformação - inclui Não Metálicos, Metalurgia, Química, Alimentos e Bebidas, Têxtil, Papel e Celulose e Outros (Outras Indústrias);
 - Metalurgia – inclui Ferro Gusa e Aço, Ferro Ligas e Não Ferrosos e Outros de Metalurgia;
 - Não Metálicos – inclui Cimento e Cerâmicos
- Energéticos;
- Residencial;
- Consumo Final Não Energético.

O Consumo Final Energético é a soma de Serviços, Agropecuário, Indústria Total, Energético e Residencial. O Consumo Final Total é o utilizado para as comparações gerais de energia/PIB.

O Produto Interno Bruto Setorial em 10⁶ US\$ (2010) nesta agregação foi apresentado pelo MME desde 1970 até 2009 (ref 7) e pela EPE desde 1970 até 2010. Entretanto, o IBGE (ref 8) ampliou e modificou a apuração das Contas Nacionais, o que afetou os valores do crescimento do PIB e alterou profundamente sua estrutura. Isto tornou difícil aglutinar os valores da série antiga com a nova sem compatibilizar as séries.

Nas novas séries, provenientes desta revisão, o IBGE, dentre outros aprimoramentos, passou a adotar o ano 2000 como referência, incorporou dados das pesquisas anuais econômicas e domiciliares e informações tributárias das Pessoas Jurídicas. Como resultado, alterou-se não somente os valores do PIB, preço e quantidade, mas a distribuição do valor do PIB entre os seus diversos componentes.

O IBGE divulgou a nova série para o período 2000/2005, bem como uma “retopolação” (ref 9), com base nas informações disponíveis até 1995. As informações preliminares para o ano 2006 também podem ser obtidas no Sistema de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE. Usando-se o crescimen-

to dos setores de censos anteriores, é possível estender esta "retropolação" para esses anos definindo-se a participação de cada setor no PIB. O crescimento real do PIB é usado para estabelecer o valor total.

Neste trabalho usaram-se os valores divulgados pelo MME, onde esta adaptação para os anos anteriores foi realizada com resultados até 2009. Os dados para 2010 foram os divulgados pela EPE, que foram relacionados aos de 2009 através do crescimento por setor entre os dois anos para que fosse mantida a coerência na estrutura dos dados. Os valores foram expressos em 10^6 US\$ 2010. Os valores anuais (Tabela 8.1) foram renormalizados a partir da participação setorial (Tabela 8.2) e os valores do PIB total obtido a partir do valor do PIB convertido em US\$ de 2010 pelo câmbio médio (BACEN) e usando-se as taxas de crescimento revistas pelo IBGE (ref 10).

Tabela 8.1: Produto Interno Bruto Setorial¹ Unidade: 10⁶ US\$ (2010)

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
TOTAL	428462	980103	114581 9	132641 1	1465336	1681063	2089829
SERVIÇOS	200513	486661	635955	789509	976939	1093027	1418125
COMERCIAL E PUB. ²	187287	449225	592705	727741	905578	1009647	1298849
TRANSPORTES	13226	37436	43249	61767	71362	83381	119276
AGROPECUÁRIO	63880	99973	88241	98382	82059	95989	125653
INDUSTRIA	148980	355914	362225	383080	350948	405994	450760
EXTRATIVA MIN. ³	3331	8184	6378	5603	8645	13785	9002
TRANSFORMAÇÃO	145649	347730	355846	377477	342302	392209	441758
NÃO METÁLICOS	6953	17375	14381	13278	9964	10759	18868
METALURGIA	14827	35376	32045	35268	27841	46229	54364
QUÍMICA	7943	22349	28164	25984	18317	22358	24986
ALIMENTOS E BEB.	18443	33313	35844	38673	33703	46734	55953
TÊXTEL ⁴	12556	21064	17040	12016	12016	12104	14440
PAPEL E CELUL.	4798	9271	13060	12891	11283	9918	13302
OUTROS ⁵	80128	208982	215312	239366	229179	244107	259845
ENERGÉTICO ⁶	15090	37556	59398	55441	55390	86054	95291

Fonte: MME até 2009 e EPE 2010, PIB total renormalizado para taxa de câmbio média (BACEN) e taxas de crescimento real do PIB do IBGE

¹ Distribuição setorial estimada a partir do sistema de contas nacionais (IBGE). Dummy financeiro distribuído proporcionalmente aos setores econômicos

² Corresponde a comércio, comunicações, instituições financeiras, administrações públicas, alugueis, outros serviços e SIUP, menos geração elétrica

³ Exclui extração de petróleo, gás natural e de carvão mineral

⁴ Exclui vestuário, calçados e artefatos de tecido

⁵ Corresponde a mecânica, materiais elétricos e comunicação, materiais de transporte, madeira, mobiliário, borracha, farmacêutica, perfumaria, sabões e velas, produção de matérias plásticas, fumo, construção e diversos

⁶ Corresponde a extração de petróleo, gás natural e carvão mineral; refino de petróleo; destilação de álcool, geração de eletricidade e produção de coque

Tabela 8.2: Produto Interno Bruto Setorial -
Unidade: Valores relativos ao PIB do ano

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SERVIÇOS	46,8	48,5	49,7	53,4	55,5	59,5	66,7	65	67,9
COMÉRCIAL E PÚB.	44	45	46	50	52	55	62	60	62
TRANSPORTES	3,1	3,5	3,8	3,6	3,8	4,7	4,9	5	5,7
AGROPECUÁRIO	15	11	10	9	8	7	6	6	6
INDÚSTRIA	34,8	36,7	36,3	32	31,6	28,9	24	24,2	21,6
EXTRATIVA MIN.	1	1	1	1	1	0	1	1	0
TRANSFORMAÇÃO	34	35,8	35,5	31,2	31,1	28,5	23,4	23,3	21,1
NÃO METÁLICOS	2	2	2	1	1	1	1	1	1
METALURGIA	3,5	3,4	3,6	3	2,8	2,7	1,9	2,8	2,6
QUÍMICA	2	2	2	2	2	2	1	1	1
ALIMENTOS E BEB.	4,3	3,7	3,4	3,1	3,1	2,9	2,3	2,8	2,7
TÊXTIL	3	2	2	2	1	1	1	1	1
PAPEL E CELUL.	1,1	0,8	0,9	1	1,1	1	0,8	0,6	0,6
OUTROS	19	22	21	19	19	18	16	15	12
ENERGÉTICO	3,5	3,5	3,8	5,2	5,2	4,2	3,8	5,1	4,6

A Tabela 8.1 apresenta os dados do PIB setorial e a Tabela 8.2 apresenta estes valores relativos ao PIB do ano com intervalo de cinco anos. Na Figura 8.1, considerando apenas os setores mais agregados - Serviços, Agropecuária, Indústria e Energético- pode-se ver na Figura 8.1 as suas porcentagens em relação ao PIB total.

O que se observa para o Brasil na Figura 8.1 também ocorreu de modo geral no mundo: um aumento relativo do setor serviços com encolhimento da importância relativa dos setores industrial e, principalmente, agropecuário. Grande parte da redução do conteúdo energético e das emissões de gás de efeito estufa por PIB se deve a esta mudança estrutural que está, provavelmente, em vias de se esgotar.

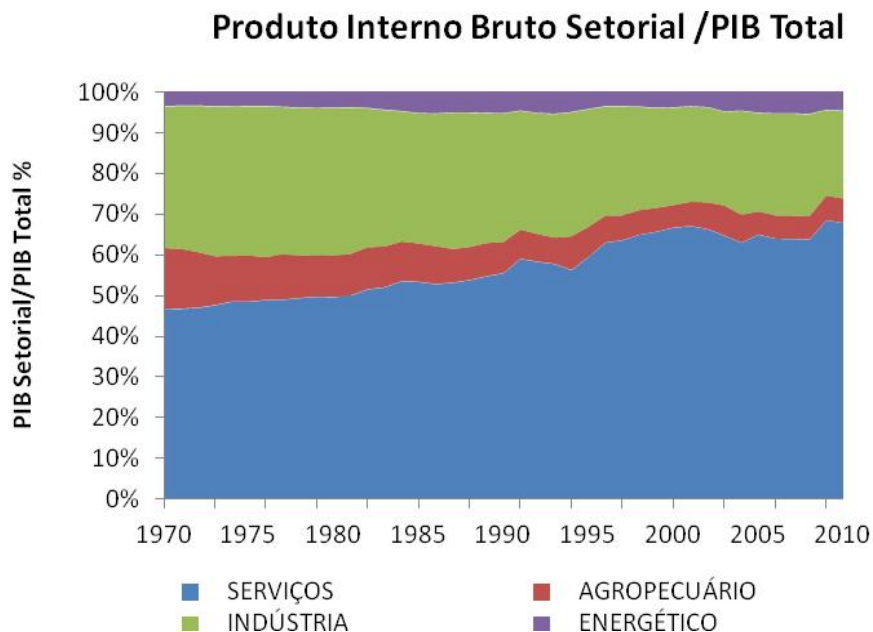


Figura 8.1: Produto Interno Bruto Setorial/PIB Total

8.1 - Emissões CO₂ GWP para os setores considerados

Utilizando-se o programa **bal_eec_usos**, são calculadas as emissões CO₂ GWP para os anos de 1970 a 2010. A Tabela 8.3 mostra esses valores de cinco em cinco anos em unidades Gg/ano.

Utilizando-se os valores do PIB setorial, são calculadas as Emissões CO₂ GWP/PIB em kg/US\$ (2010). Esses valores de cinco em cinco anos de 1970 a 2010 estão na Tabela 8.4.

Tabela 8.3: Emissões CO₂ GWP em Gg/ano de 1970 a 2010

Anos	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Total	82794	136164	173788	164978	193181	233292	281527	300685	350327
Serviços	39673	67511	75143	71666	82141	107970	129627	140086	170356
Comercial e Público	905	1505	2008	1554	2279	3715	4370	3682	2686
Transportes	38768	66007	73135	70112	79862	104254	125258	136404	167669
Agropecuário	3196	5440	8493	10386	12084	14223	14747	15722	18200
Indústria	24875	42838	66307	55933	68075	78621	100156	103624	113934
Extrativa Mineral	714	1840	3150	2288	2708	3263	5617	7181	7787
Transformação	24161	40998	63157	53645	65367	75358	94540	96443	106147
Não metálicos	5010	8422	11115	6067	7683	8885	14029	12584	19170
Metalurgia	8651	12684	22391	29928	36949	41866	48657	53842	55509
Química	2618	4843	9182	8189	8758	10060	14315	14774	14195
Alimentos e Bebidas	2605	4291	5722	3164	3631	4728	4812	3914	4177
Têxtil	1179	1990	2215	1016	1666	1345	1269	1165	1021
Papel e celulose	1447	2681	3776	1857	2556	3455	4350	3888	3702
Outros	2651	6086	8756	3423	4123	5019	7108	6277	8372
Energético	3894	8309	10553	12539	14389	14504	17766	23084	28330
Residencial	11156	12066	13292	14454	16491	17974	19230	18169	19508
Consumo Final Energético	82843	136952	175471	170104	199026	239364	289050	307800	357820
Cons. Final Não Energ.	49	788	1683	5126	5845	6072	7523	7114	7493

Tabela 8.4: Emissões CO₂ GWP/PIB setorial em kg/US\$ (2010)

Anos	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Total	0,1932	0,1967	0,1773	0,1580	0,1642	0,1759	0,1921	0,1789	0,1676
Serviços	0,1979	0,2011	0,1544	0,1286	0,1337	0,1368	0,1327	0,1282	0,1201
Comercial e Público	0,0048	0,0048	0,0045	0,0030	0,0045	0,0051	0,0048	0,0036	0,0021
Transportes	2,9312	2,6877	1,9536	1,8798	1,9043	1,6879	1,7552	1,6369	1,4057
Agropecuário	0,0500	0,0690	0,0950	0,1051	0,1241	0,1446	0,1797	0,1638	0,1448
Indústria	0,1670	0,1688	0,1863	0,1675	0,1700	0,2052	0,2854	0,2552	0,2528
Extrativa Mineral	0,2143	0,3227	0,3949	0,2659	0,3810	0,5824	0,6497	0,5209	0,8650
Transformação	0,1659	0,1653	0,1816	0,1649	0,1662	0,1996	0,2762	0,2459	0,2403
Não metálicos	0,7205	0,7019	0,6397	0,4291	0,5271	0,6691	1,4079	1,1697	1,0160
Metalurgia	0,5834	0,5383	0,6329	0,9575	0,9656	1,1871	1,7477	1,1647	1,0211
Química	0,3296	0,3226	0,4108	0,3262	0,3075	0,3872	0,7815	0,6608	0,5681
Alimentos e Bebidas	0,1413	0,1673	0,1718	0,0964	0,1056	0,1223	0,1428	0,0837	0,0746
Têxtil	0,0939	0,1242	0,1052	0,0562	0,0953	0,1119	0,1056	0,0962	0,0707
Papel e celulose	0,3016	0,5007	0,4072	0,1738	0,1927	0,2680	0,3856	0,3920	0,2783
Outros	0,0331	0,0404	0,0419	0,0177	0,0188	0,0210	0,0310	0,0257	0,0322
Energético	0,2580	0,3468	0,2810	0,2319	0,2370	0,2616	0,3207	0,2683	0,2973

As emissões de CO₂ GWP, de 1970 a 2010, para os setores na forma agregada em: Transporte, Indústria, Energético, Residencial, Agropecuário e Comercial + Público estão mostradas na Figura 8.2. O consumo não energético foi somado à Indústria.

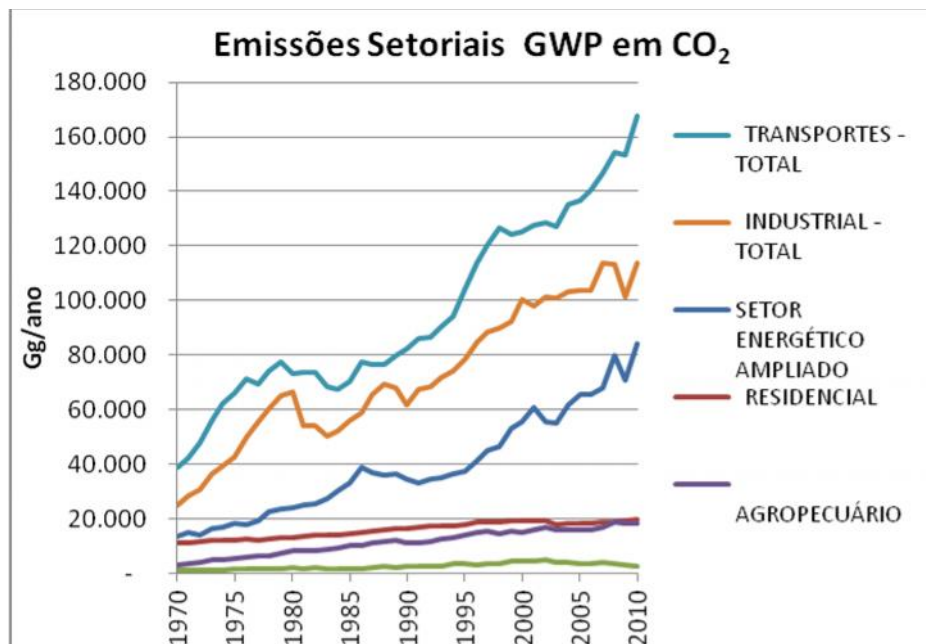


Figura 8.2: Emissões de CO₂ GWP para os setores agregados de 1970 a 2010

As emissões de CO₂ GWP por PIB para os setores Total, Agropecuário, Energético, Comercial + Público, Indústria e Transportes estão na Figura 8.3. As unidades são kg CO₂ eq/US\$(2010). O Transporte, por ter um valor muito mais alto, foi colocado numa escala secundária.

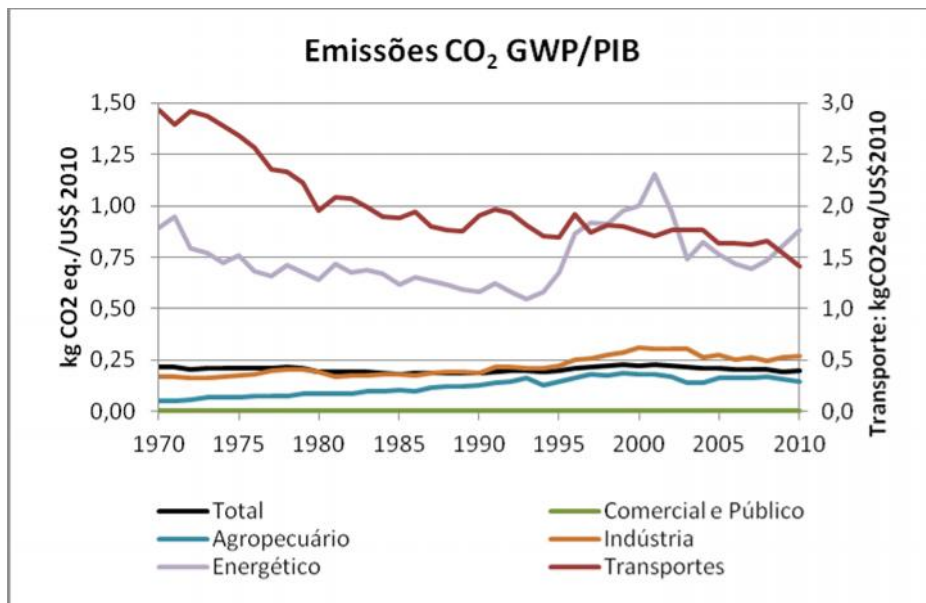


Figura 8.3: Emissões de CO₂ GWP/PIB para os setores agregados de 1970 a 2010

9 - Uso do Programa `bal_eec_usos` para obtenção dos resultados

O programa `bal_eec` permite, a partir dos dados do Balanço Energético Nacional e de coeficientes de conteúdo de carbono e emissões, obter tabelas e gráficos sobre os balanços em energia final e equivalente e de massa de carbono para 49 contas e 47 energéticos. A `e&e` está divulgando em seu site (ecen.com) tabelas completas anuais para 37 setores e 29 energéticos para os seguintes dados:

CH₄,

CH₄ GWP CO₂,

CO,

CO GWP CO₂,

CO₂,

CO₂ GWP CO₂,

Energia em tep,

N₂O,

N₂O GWP CO₂,

NMVOCs,

NMVOCs GWP CO₂,

NO_x.

As emissões são expressas em Gg (mil t) e apresentam valores para:

1. Massa de carbono contida;
2. Massa de carbono emitida pelo processo *Top-Down* Estendido;
3. Massa de gás carbônico (CO₂);
4. Massa de monóxido de carbono (CO);
5. Massa de metano (CH₄);
6. Massa de outros compostos orgânicos voláteis de carbono não metano (NMVOCs);
7. Massa e carbono pelo processo *Bottom-Up* por coeficientes.
8. Emissões em equivalente GWP a CO₂.

O programa **bal_eeec_usos** permite ainda obter dados energéticos nas seguintes unidades:

1. tep Antigo – os valores são calculados em tep usando-se a equivalência de 1 tep = 10800 Mcal e 1 kWh equivalente a 3132 kcal = 0,29 tep e as equivalências entre os diversos energéticos tomam como base o PCS (poder calorífico superior);
2. tep Novo – os valores são calculados em tep usando-se a equivalência de 1 tep = 10000 Mcal e 1 kWh=860 kcal=0,086 tep e as equivalências entre os diversos energéticos tomam como base o PCI (poder calorífico inferior);
3. bep/dia – os valores são calculados em barris equivalentes de petróleo (1 barril =159 litros), as equivalências usam o PCI (poder calorífico inferior);
4. Unidades naturais – os valores são apresentados nas unidades em que foram fornecidos ao BEN (t, m³, etc.);
5. PCI – os valores são expressos em Tcal/ano usando-se o poder calorífico inferior;
6. PCS – os valores são expressos em Tcal/ano usando-se o poder calorífico superior;

7. Energia Equivalente – os valores são expressos em tep de gás natural equivalente. As equivalências usam os valores de eficiência relativa ao gás natural nos diversos usos e nos diversos setores de consumo.

Com esses dados, o programa permite elaborar tabelas *ad hoc* para cada ano. Essas tabelas podem ser compiladas para todos os anos e, a partir desses dados, podem ser elaboradas tabelas e gráficos por setor (conta) ou energético, ao longo dos anos em que os dados energéticos estão disponíveis (1970 a 2010).

Referências

1. http://ecen.com/eee62/eee62p/balanco_de_carbono.htm
2. http://ecen.com/eee63/eee63p/programa%20bal_eec%20-manual%20do%20usuario.htm
3. IPCC, 1996. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions – Revised IPCC Guidelines for national Greenhouse gas Inventories, Vol. 1, 2, 3.
4. “Revisão de Estudos anteriores para a comunicação Inicial do Brasil à Convenção pelas metodologias “*Bottom-Up*” e “*Top-Down*”, Produto MME 2.1 MME/PNUD Maio/2009.
5. “Relatório de Identificação dos Equipamentos Empregados no Brasil e dos respectivos Coeficientes de Emissão de gases “Não – CO₂”, apresentado ao PNUD em agosto de 2007.
6. Balanço Energético Nacional – BEN 2011, ano base 2010.
7. http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html
8. <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>
9. http://www.ecen.com/eee64/eee64p/retrapolando_contas_nacionais.htm
10. <http://www.ipeadata.gov.br> consultado em maio de 2012.

Apoio:



ECEN - Consultoria Ltda.



Revista - Economia e Energia e.e.e Economy and Energy
Editor Chefe: Frida Eidelman [frida@ecen.com]

Organização **Economia e Energia - e.e.e - OSCIP**
Diretor Superintendente: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com]

Apoio:



Remetente:

Revista - Economia e Energia

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro

CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ