

PLANO PLURIANUAL DE GOVERNO - PPA PROGRAMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

RESULTADOS OBTIDOS

2000 a 2003

Balanco de Carbono na Produção, Transformação e
Uso de Energia no Brasil e o contido nas Emissões
de Gases causadoras de Efeito Estufa



Projeto Balanco de Carbono

PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SÉRGIO MACHADO REZENDE

SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

LUIZ ANTÔNIO BARRETO DE CASTRO

COORDENADOR-GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA

JOSÉ DOMINGOS GONZALEZ MIGUEZ

Projeto: Balanço de Carbono (na produção, transformação e uso de energia no Brasil e o contido nas emissões de gases causadoras de efeito estufa)

Convênio: Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e Economia e Energia - e&e – ONG Nº 01.0065.00/2003

Executor:

Economia & Energia - ONG

Endereço: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro

CEP 20040-005,

Rio de Janeiro RJ.

Tel. / Fax: 0xx21-2222- 4816

e-mail: **feu@ecen.com**

Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta

CEP:30.310-290,

Belo Horizonte MG

Tel. / Fax: 0xx31-3284-3416

e-mail: **omar@ecen.com**

Sítio: <http://ecen.com>

Coordenador:

Carlos Feu Alvim

Publicação e Divulgação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima

Sítio: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4009.html>

Diagramação e Designer Gráfica

Pedro Renato Barbosa - pedrorenbarbosa@gmail.com

Sumário

Página

1. Introdução	9
2. Metodologia	10
3. O Conteúdo de Carbono nos Energéticos.	11
3.1 Apuração do Teor de Carbono	12
3.2 Resultados para o Carbono Contido	14
3.3 Avaliação das Emissões entre 1970 e 2002	18
4. Aplicação aos Centros de Transformação	25
4.1 Tipos de Centros de Transformação	26
4.2 Balanço de Carbono nas Refinarias	30
4.3 Balanço de carbono nas unidades de processamento de gás natural (UPGN)	33
4.4 Balanço de Carbono nas Coquerias	36
4.5 Balanço de Carbono nas Usinas de Gaseificação	36
4.6 Balanço de Carbono nas Destilarias de Álcool	40
4.7 Demais Centros de Transformação	42
5. Contabilidade das Emissões	42
5.1 Extensão da Abordagem “Top-Down” aos dados setoriais do BEN.	43
5.2 Reconstituição do Processo Bottom-Up por Coeficientes.	45
5.3 Comparação das Emissões pelos dois Métodos	48
5.4 Balanço de Carbono na Transformação	58
5.5 Os Coeficientes de Emissão e a Conservação do Carbono	60
5.6 Análise das emissões da Gasolina e Diesel	60
5.7 Análise das emissões para a Lenha	61
5.8 Análise das emissões para o Álcool	62
6. Conclusões	64
Lista de Anexos	66
Lista de Figuras	77

Lista de Tabelas	79
Abreviaturas	81
Referências	58



Introdução

O Projeto Balanço de Carbono tem como objeto fornecer um instrumento para elaborar balanço de carbono na produção, transformação e uso de energia no Brasil e o contido nas emissões de gases causadoras de efeito estufa e sua divulgação na forma eletrônica e em relatório escrito.

O objetivo é detectar – através aplicação simultânea das técnicas denominadas “Top-Down” e “Bottom-Up” – as possíveis omissões em um dos dois enfoques que podem advir de incoerências entre os coeficientes usados ou imperfeições na apuração das emissões. O princípio usado é que os átomos de carbono não desaparecem no processo do uso energético dos combustíveis e, em cada fase do processo, a quantidade de carbono (massa contida) original deve ser encontrada sob a forma de emissões ou capturada por algum processo.

O trabalho atual, realizado em convênio com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), se concentrou na elaboração da metodologia e no diagnóstico dos desvios encontrados. Na conclusão deste relatório, serão apresentadas sugestões para tratar os problemas identificados e estabelecer um balanço coerente. Deste modo, as correções necessárias ficarão para uma fase posterior.

Este relatório expõe os resultados alcançados de uma forma resumida. Um relatório parcial anterior adiantou a metodologia aqui adotada e descreveu atividades complementares no âmbito do Convênio. Algumas adaptações da metodologia foram necessárias para tornar possível a execução do trabalho.

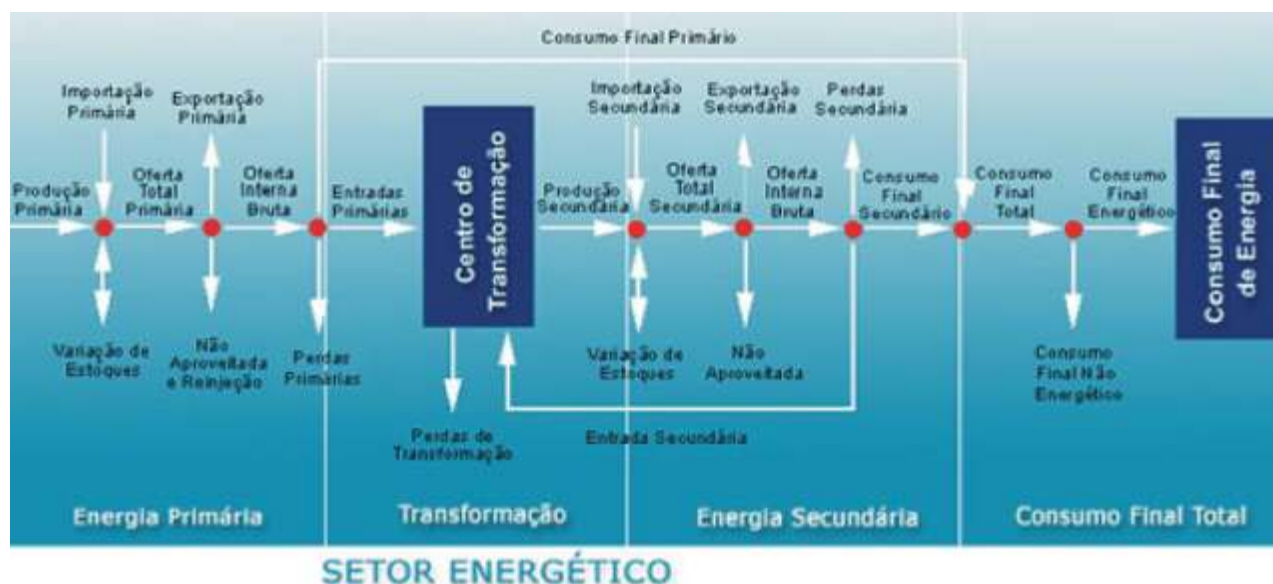
O período abordado é de 1970 a 2002 correspondendo ao dos dados disponíveis, no período de execução do projeto, do Balanço Energético Nacional (BEN), editado pelo Ministério de Minas e Energia, cujos dados servem de base para o presente relatório.



2 - Metodologia

O Balanço de Carbono vai tratar de estabelecer uma contabilidade entre as entradas e saídas líquidas de carbono nas atividades energéticas. O Esquema é análogo ao adotado no BEN e mostrado na .

Figura 1 - Esquema do Balanço energético Nacional. Fonte: BEN/MME



A rigor, em cada uma das etapas do esquema acima, poder-se-ia realizar um balanço de carbono. Este trabalho se concentra nos centros de transformação e consumo. O tratamento das etapas anteriores é, certamente, de interesse na apuração do balanço, mas teria que envolver dados que não constam do BEN. Seria, por exemplo, importante saber as características do petróleo importado e do produzido internamente para checar o conteúdo de carbono do produto de entrada nas refinarias,

Os valores usados naquele balanço são fornecidos, originalmente, em unidades naturais que correspondem às usadas na origem das informações (massa em t e volume em m³). Em alguns casos, onde há agrupamento de fontes, as unidades estão em toneladas equivalentes de petróleo (tep) e um critério especial deve ser estabelecido para apurar as emissões.

Para os dados de saída, é necessário avaliar a massa (ou volume) dos gases emitidos, seu teor de carbono e a massa desse elemento eventualmente retida. Quando disponível, também devem ser contabilizadas as perdas, desde que elas constituam em uma avaliação real; no caso de serem um simples registro das diferenças contábeis deve-se deixar que o balanço de carbono apure as suas. A metodologia para compilar os resultados, foi objeto de convênio anterior e&e-MCT (ONG N° 01.0077.00/2003), e está descrita nos relatórios apresentados, cujo resumo foi publicado na Revista e&e.

Na metodologia adotada, calculam-se as emissões pela multiplicação dos valores, expressos em energia, relativos ao uso final dos energéticos e a algumas transformações, por coeficientes apurados no levantamento do inventário das emissões causadoras de efeito estufa para o Brasil. Para anos anteriores



aos do período da apuração do inventário de emissões foram usados os coeficientes do primeiro ano para o qual ele foi calculado (1990). Os coeficientes para os anos posteriores ao de 1999 foram tomados iguais aos desse ano (o último do levantamento para o inventário).

Para os hidrocarbonetos, uma aproximação para o teor de carbono por energia contida pode ser obtida a partir da diferença entre os poderes caloríficos superior e inferior fornecidos pelo BEN. A metodologia e sua verificação para a gasolina e gás natural acham-se expostas no Anexo 1. A diferença entre os poderes caloríficos corresponde fundamentalmente ao calor (latente) liberado na condensação do vapor d'água formado na combustão de uma unidade de massa do combustível e ao calor (sensível) retirado da água de condensação para levá-la à temperatura ambiente, considerada a 25° (540+75 cal/g_{água}). A diferença entre os poderes caloríficos permite deduzir a quantidade de água formada e, por consequência, do hidrogênio contido por unidade de massa do combustível. A participação do carbono (no caso dos hidrocarbonetos) é o complemento dessa participação.

3 - O Conteúdo de Carbono nos Energéticos.

A elaboração de um balanço de carbono exige, em primeiro lugar, a conversão dos dados do Balanço Energético em massa de carbono. A segunda etapa é apurar as emissões que contêm carbono.

Tanto na apuração do conteúdo de carbono quanto na avaliação das emissões, é conveniente e às vezes necessário dispor de dados mais detalhados que os publicados nas páginas anexas do BEN. É bastante conveniente, por exemplo, dispor dos dados de gás natural abertos em gás úmido e seco, dos dados do álcool hidratado e anidro e dos relativos aos compostos da cana de açúcar (caldo de cana, bagaço e melaço).

O Ministério das Minas e Energia disponibilizou, até 2002, dados do balanço na abertura 49 energéticos e 46 “contas”¹. A Economia e Energia – ONG elaborou programa (em Visual Basic e Excel), denominado ben_ee, onde esses dados podem ser obtidos em energia final ou equivalente, em tabelas completas e parciais. Os dados energéticos podem ser representados em tonelada equivalente de petróleo (tep) no conceito anteriormente adotado pelo BEN e no atual², em poder calorífico inferior (PCI) e superior (PCS) e em “unidades naturais” (de massa e volume).

Como parte do presente convênio, o programa de computador foi atualizado para os dados disponíveis (1970 a 2002) que passaram a serem expressos também em conteúdo de carbono, mediante a utilização de coeficientes (massa C / energia) para cada energético. Os dados anuais (em energia) são assim convertidos em carbono contido e podem agora também ser compilados para o conjunto de anos de maneira a gerar séries temporais.

¹ O conceito de “contas” corresponde, no Balanço Energético Nacional, a pontos de contabilidade que podem ser tanto centros de consumo ou transformação como movimentações referentes à colocação em disponibilidade (oferta bruta) dos energéticos (produção, exportação, importação, etc.)

² No programa adotam-se os termos “tep velho” (10,8 Gcal) e “tep novo” (10,0 Gcal) para distinguir os dois tipos de valores.



Em um outro enfoque, que incorpora resultados da aproximação (Bottom-Up), os dados do balanço consolidado de energia (24 energéticos) e os valores apurados pela equipe do MCT que elaborou o inventário nacional de emissões, que consta da “Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas”³, foram usados para deduzir coeficientes de emissão por energético em cada um dos setores da economia constantes do balanço (consumo) e os centros de transformação onde existem emissões diretas.

Com o auxílio do programa acima mencionado, denominado ben_eec (balanço de energia equivalente e carbono na presente versão), também foram geradas tabelas de conteúdo em carbono por “conta” e por energético dentro da abertura normal do BEN.

A comparação dos resultados segundo as duas metodologias pode ser reveladora sobre a validade dos coeficientes massa de carbono / energia utilizados e sobre eventuais erros ou omissões na apuração do inventário. O balanço de carbono propiciará ainda a oportunidade de fazer, com maior segurança, a extrapolação de valores de emissão para anos anteriores e posteriores aos do Inventário (1990 a 1994).

Espera-se que o primeiro conjunto de resultados seja muito semelhante ao correspondente à apuração “Top-Down” recomendada pelo IPCC. A diferença deveria resultar apenas da quantidade de carbono retida (nos usos não energéticos) e no carbono não oxidado. Facilmente é possível obter os valores de emissão correspondentes a esta metodologia dos resultados gerados nesse programa.

O manual do programa constitui o Anexo 2 do presente relatório

3.1 - Apuração do Teor de Carbono

O programa ben_eec apresenta os valores fornecidos pelo MME para os poderes caloríficos inferior e superior. Estes valores poderiam ser utilizados para a obtenção do teor de carbono conforme exposto no Anexo 1. Embora os resultados para o ano de 2002 tenham sido promissores, algumas diferenças importantes foram constatadas. Além disto, sendo o objetivo deste trabalho o desenvolvimento de metodologia e a formulação de diagnóstico, optou-se por usar nesta etapa os mesmos valores de coeficientes já utilizados anteriormente nos trabalhos para a apuração do inventário de emissões. Por essas razões, foram tomados os coeficientes do relatório da COPPE à Coordenação Geral de mudanças do Clima do MCT que são, em sua maioria, valores recomendados pelo IPCC. Deve-se assinalar que os valores de emissões encontrados nessa referência foram adotados oficialmente na Comunicação Nacional do Brasil, também já mencionados.

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados da aplicação da metodologia baseada nos poderes caloríficos e os coeficientes utilizados nesse trabalho (em princípio os mesmos do trabalho da COPPE para o MCT acima mencionado).

³ No que se segue, os termos Inventário Nacional (ou brasileiro) e Comunicação Nacional se referem a este documento e ao inventário nele contido.



Tabela 1 Teor de Carbono a partir de poderes caloríficos superior e inferior comparado valores baseados no IPCC

Ano 2002	PCS	PCI	PCI	PCS-PCI	KgH ₂ O/ KgComb	kgH/ KgComb	KgC/ KgComb	Massa C / Energia	
	a kcal/kg	b kcal/kg	c=b*4,18/ 10 ⁶ TJ/t	d=a-b kcal/kg	e=d/615	f=e/9	g=1-f	Calculados. tC/TJ	Usados tC/TJ
Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,0081	0,112	0,8880	20,9	20,0
Gás natural Úmido (1)	11717	11130	0,0465	587	0,9545	0,106	0,8939	19,2	15,9
Gás natural Seco (1)	11735	11157	0,0466	578	0,9398	0,104	0,8956	19,2	15,3
Carvão Vapor 3100 kcal/kg	3100	2950	0,0124	150	0,2439	0,027	0,9729		25,8
Carvão Vapor 3300 kcal/kg	3300	3100	0,013	200	0,3252	0,036	0,9639		25,8
Carvão Vapor 3700 kcal/kg	3700	3500	0,0147	200	0,3252	0,036	0,9639		25,8
Carvão Vapor 4200 kcal/kg	4200	4000	0,0167	200	0,3252	0,036	0,9639		25,8
Carvão Vapor 4500 kcal/kg	4500	4250	0,0178	250	0,4065	0,045	0,9548		25,8
Carvão Vapor 4700 kcal/kg	4700	4450	0,0186	250	0,4065	0,045	0,9548		25,8
Carvão Vapor 5200 kcal/kg	5200	4900	0,0205	300	0,4878	0,054	0,9458		25,8
Carvão Vapor 5900 kcal/kg	5900	5600	0,0234	300	0,4878	0,054	0,9458		25,8
Carvão Vapor 6000 kcal/kg	6000	5700	0,0239	300	0,4878	0,054	0,9458		25,8
Carvão Vap. sem Especificação	3000	2850	0,0119	150	0,2439	0,027	0,9729		25,8
Carvão Metalúrgico Nacional	6800	6420	0,0269	380	0,6179	0,069	0,9313		25,8
Carvão Metalúrgico Importado	7920	7400	0,031	520	0,8455	0,094	0,9061	29,2	25,8
Lenha Catada	3300	3100	0,013	200	0,3252	0,036	0,9639		29,9
Lenha Comercial	3300	3100		200	0,3252	0,036	0,9639		29,9
Caldo de Cana	0	623		-623	-1,0130	-0,113	1,1126		20,0
Melaço	0	1850		-1850	-3,0081	-0,334	1,3342		20,0
Bagaço de Cana (3)	2257	2130	0,0089	127	0,2065	0,023	0,9771		29,9
Lixívia	3030	2860		170	0,2764	0,031	0,9693		20,0
Óleo Diesel	10700	10100	0,0423	600	0,9756	0,108	0,8916	21,1	20,2
Óleo Combustível Médio	10080	9590	0,0402	490	0,7967	0,089	0,9115	22,7	21,1
Gasolina Automotiva	11170	10400	0,0435	770	1,2520	0,139	0,8609	19,8	18,9
Gasolina de Aviação	11290	10600	0,0444	690	1,1220	0,125	0,8753	19,7	19,5
Gás liquefeito de Petróleo	11740	11100	0,0465	640	1,0407	0,116	0,8844	19,0	17,2
Nafta	11300	10630	0,0445	670	1,0894	0,121	0,8790	19,8	20,0
Querosene Iluminante	10940	10400	0,0435	540	0,8780	0,098	0,9024	20,7	19,6
Querosene de Aviação	11090	10400	0,0435	690	1,1220	0,125	0,8753	20,1	19,5
Gás de Coqueria (4)	4500	4300	0,018	200	0,3252	0,036	0,9639		18,2
Gás Canalizado Rio de Janeiro (4)	3900	3800	0,0159	100	0,1626	0,018	0,9819		18,2
Gás Canalizado São Paulo (4)	4700	4500	0,0188	200	0,3252	0,036	0,9639		18,2
Coque de Carvão Mineral	7300	6900	0,0289	400	0,6504	0,072	0,9277	32,1	30,6
Carvão Vegetal	6800	6460	0,027	340	0,5528	0,061	0,9386		29,9
Álcool Etílico Anidro	7090	6750	0,0283	340	0,5528	0,061	0,9386		14,81
Álcool Etílico Hidratado	6650	6300	0,0264	350	0,5691	0,063	0,9368		14,81
Gás de Refinaria	8800	8400	0,0352	400	0,6504	0,072	0,9277	26,4	18,2
Coque de Petróleo	8500	8390	0,0351	110	0,1789	0,020	0,9801	27,9	27,5
Outros Energéticos de Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,0081	0,112	0,8880	20,8	20,0
Outras Secundárias - Alcatrão	9000	8550	0,0351	450	0,7317	0,081	0,9187	26,2	20,0
Asfaltos	10300	9790	0,041	510	0,8293	0,092	0,9079	22,1	22,0
Lubrificantes	10770	10120	0,0424	650	1,0569	0,117	0,8826	20,8	20,0
Solventes	11240	10550	0,0442	690	1,1220	0,125	0,8753	19,8	20,0
Outros Não-Energ.de Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,0081	0,112	0,8880	20,8	20,0



3.2 - Resultados para o Carbono Contido

O programa ben_eec fornece os dados do carbono contido por “conta” e por energético. Na Tabela 2 estão indicados os valores de carbono contido nos energéticos constantes do Balanço Energético para o petróleo e derivados (incluindo os líquidos de gás natural), para o gás natural e para o carvão mineral e seus derivados. Também é apresentada a soma das massas de carbono dos combustíveis fósseis com as massas dos combustíveis derivados da biomassa. Os valores obtidos são comparados com os do inventário nacional e apresentam boa concordância.

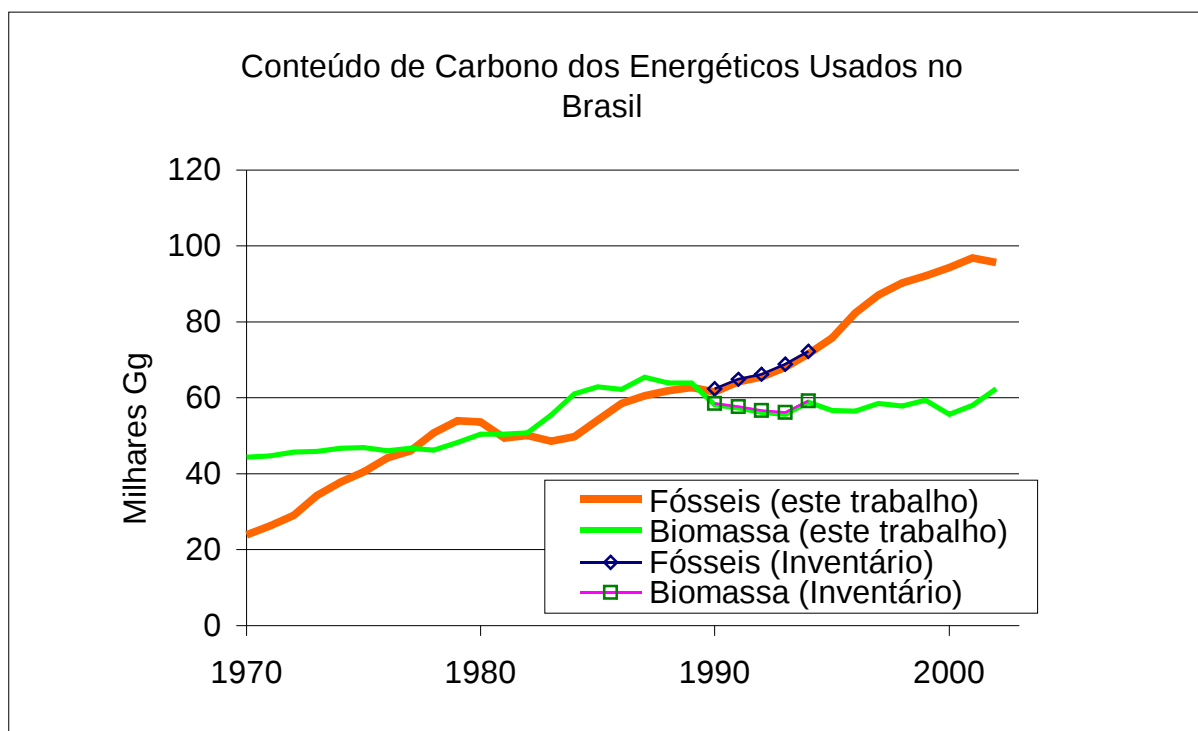
Tabela 2 Conteúdo de Carbono em Energéticos Usados no Brasil de 1970 a 2002

ANO	PETROLEO E DERIVADOS	GAS NATURAL	CARV. MIN. E DERIV.	FÓSSEIS	BIOMASSA	TOTAL	FÓSSEIS COPPE/MCT 2002	BIOMASSA COPPE/MCT 2002
1970	21068	123	2595	23786	44399	68185		
1971	23396	192	2613	26201	44645	70846		
1972	26103	215	2784	29101	45705	74806		
1973	31311	241	2737	34289	45818	80108		
1974	34607	359	2914	37880	46705	84585		
1975	36603	397	3459	40460	46874	87334		
1976	40186	441	3640	44266	45998	90264		
1977	40933	527	4668	46128	46696	92824		
1978	44712	630	5421	50763	46240	97003		
1979	47451	655	5868	53975	48244	102219		
1980	46432	733	6403	53568	50388	103955		
1981	42538	709	6181	49428	50354	99782		
1982	42509	941	6574	50024	50683	100707		
1983	39832	1273	7401	48505	55525	104030		
1984	38983	1609	9143	49735	61072	110807		
1985	41368	1966	10799	54133	62778	116911		
1986	45312	2298	10916	58526	62129	120655		
1987	46318	2606	11537	60461	65387	125849		
1988	47359	2714	11851	61923	63783	125706		
1989	48068	2854	11745	62667	63799	126466		
1990	48205	2909	10326	61441	58103	119544	62345	58567
1991	49282	2927	11978	64187	57287	121473	64903	57716
1992	50771	3088	11642	65501	56134	121635	66259	56587
1993	52751	3306	12051	68107	55602	123709	68832	56063
1994	55725	3415	12426	71565	58742	130307	72311	59122
1995	58957	3609	13150	75717	56595	132312		
1996	64639	3957	13687	82282	56472	138754		
1997	68738	4345	13911	86994	58465	145459		
1998	72024	4534	13659	90217	57886	148103		
1999	73149	5156	13873	92178	59275	151453		
2000	72662	6813	14856	94331	55613	149944		
2001	73866	8289	14643	96798	58001	154799		
2002	71547	9803	14356	95706	62280	157985		



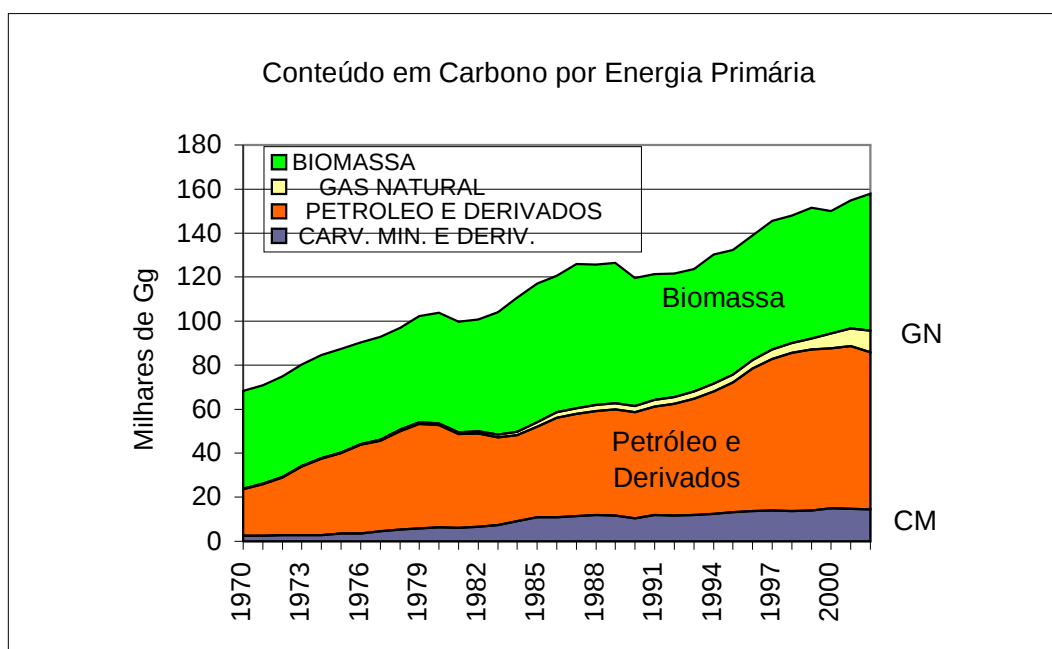
A Figura 2 representa a evolução do carbono contido nos energéticos usados no Brasil comparados com os valores do inventário nacional.

Figura 2 Conteúdo de carbono nos energéticos usados no Brasil obtidos neste trabalho comparados com dados do Inventário Nacional.



A Figura 3 mostra a evolução do conteúdo de carbono nos energéticos usados no Brasil por energia primária fóssil de origem e da biomassa

Figura 3 Carbono contido nos energéticos para os principais combustíveis fósseis e biomassa





A Tabela 3 mostra os dados para 1994 usando a discriminação dos anexos do BEN (Balanço Consolidado). O Anexo 3 contém tabelas adicionais para anos selecionados. Tabelas neste e em outro formato para anos adicionais podem ser geradas pelo programa que acompanha este relatório.

Vale a pena assinalar que da maneira como foi montado o programa, ele fornece como produto quase imediato uma avaliação do tipo “Top-Down” das emissões que contêm carbono. O resultado de uma avaliação deste tipo está muito próximo aos dados correspondentes à linha “Oferta Interna Bruta” na planilha (49 energéticos) que gerou a Tabela 3 (24 energéticos). O programa avalia a quantidade de carbono retido no uso não energético dos combustíveis, com o uso dos fatores sugeridos pelo IPCC, e desconta essa quantidade no item correspondente.

Mais precisamente seria necessário utilizar mais duas linhas da planilha para subsidiar os cálculos: A partir da linha Consumo Final não Energético, avalia-se o carbono retido nos usos não energéticos. A linha “Total Transformação” pode ser usada para avaliar um coeficiente de oxidação nos casos em que, na “abertura” de dados utilizados (49X46), há mais de um coeficiente do IPCC. Isto ocorre apenas nos casos do gás natural (líquidos de gás natural e gás seco) e da lenha (produção de carvão e outros usos).

Na Tabela 4 comparam-se os resultados gerados pelo processo “Top-Down” (COPPE / MCT) com os aqui calculados a partir da tabela do conteúdo de carbono. Deve-se notar que este trabalho usou a mesma fonte de dados usada pela COPPE para o MCT, mas as datas em que os mesmos foram fornecidos pelo MME são diferentes. Em particular, já foi possível usar aqui os valores do poder calorífico inferior (PCI) adotados pelo BEN para a definição de tonelada equivalente de petróleo (tep) que não eram disponíveis na avaliação anterior.

Como o objetivo do presente trabalho não é fazer uma avaliação das emissões, não foram inteiramente esclarecidas algumas pequenas divergências que podem ser tanto dos dados energéticos como da interpretação de como agrupar frações menores do fluxo energético⁴. Os resultados da comparação foram bastante animadores, com desvios médios inferiores a 1% que são, sem dúvida, muito inferiores aos implícitos na metodologia adotada.

Resulta, portanto, ser possível realizar uma avaliação das emissões ao longo do período 1970 a 2002, que é apresentada a seguir.

⁴ As incertezas associadas ao gás natural e ao álcool devem ser apuradas, já que podem existir problemas com os valores dos poderes caloríficos utilizados.

Tabela 3: Carbono Contido por Tipo de Combustível e “Conta”

Carbono Contido por Tipo de Combustível e "Conta" - Gg (mil t) /ano - Ano: 1994																															
CONTA	ENERGIA	PETROLEO	CAS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO MET	URÂNIO (UO ₃)	EM REFINARIA	LENHA	PRODUT. CARVÃO	OUTRAS	ENERGIA PRIMARIA	ÓLEO DIESEL	ÓLEO COMBUST	GASOLINA	GLP	NAFTA	QUEROLO	ÓLEO CRUO	ÓLEO CARVÃO	COQUE CARVÃO	URÂNIO C. ORO	ELETRICIDADE	CARVÃO VEGETAL	ALCOOL ETILICO	OUTROS PETROL	PRODUT. EM PET	OUTR. C. MIN.	ENERGIA DE COND	TOTAL		
PRODUT. Q		208.55	512.9	2098	82	0	0	311.88	266.47	2515	36409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	944.09		
IMPORTAÇÃO		219.48	0	66	8956	0	0	0	0	0	33863	2405	2475	1.9	1305	2140	279	0	0	0	0	0	2	596	0	88	0	10704	455.75		
VARIAÇÃO DE ESTOQUES		43	0	-33	-19	0	0	0	0	0	-14	-159	-22	140	16	-20	61	0	0	0	0	0	0	-30	-19	55	0	26	12		
OFERTA TOTAL		527.26	512.9	2126	9919	0	0	311.88	266.47	2515	132565	2246	2453	15.9	1401	2120	340	0	0	0	0	0	2	566	-19	141	0	10750	1079.94		
EXPORTAÇÃO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-692	-2338	-186.8	0	-176	-556	0	0	0	0	0	0	-4	-93	-142	0	-6370	-63.70			
NÃO APROVEITADA		0	-712	0	0	0	0	0	0	0	-712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-67	0	-41	-108	-4.26		
REINJEÇÃO		0	-99.6	0	0	0	0	0	0	0	-596	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9.96		
OFERTA INTERNA BRUTA		527.26	381.5	2126	9919	0	0	311.88	266.47	2515	132566	1554	114	-171.0	1401	1944	-216	0	0	0	0	-2	473	-86	-1	-41	4751	1303.07			
TOTAL TRANSFORMAÇÃO		-443.25	-93.9	-1180	-1602	0	0	-1388.3	-444.3	-666	-851.66	19777	18023	946.1	3273	5403	2059	140	73.81	0	0	3448	3595	3055	27.81	142.7	6911.4	-178.72	0		
REFINARIAS DE PETRÓLEO		-643.25	0	0	0	0	0	0	0	-484	-547.29	13232	18768	9142	3887	4634	2059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5848.7	-4.82	
PLANTAS DE GÁS NATURAL		0	-72.7	0	0	0	0	0	0	325	-403	0	0	9.8	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	-6.81	
USINAS DE GASEIFICAÇÃO		0	-47	0	0	0	0	0	0	0	-47	0	0	0	0	-67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	-1.5	
COQUEIRAS		0	0	0	-8692	0	0	0	0	0	-8692	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CENTRAIS. ELET. SERV. PÚBLICO		0	-5	-1127	0	0	0	0	0	0	-1132	-473	-393	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-466	-19.98	
CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTOR		0	-96	-61	0	0	0	-1.61	-598	-434	-1542	-39	-344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-142	0	-83	-459	-22.80	0	
CARVÃO VAPOR		0	0	0	0	0	0	-137.22	0	0	-13722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3448	-102.82	
CARVÃO MET		0	0	0	0	0	0	0	-658.3	-52	-5385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3595	-18.90	
DESTILARIAS		0	0	0	0	0	0	0	0	30	16	16	0	0	22.2	143	-1164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-62	-45	
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES		-263	0	-14	-45	0	0	0	0	0	-322	-60	-19	-37	-32	-26	0	-22	-45	0	0	-432	-17	-41	-14	0	0	-442	-7.63	0	
PERDAS DISTRIB. ARMAZENAGEM		0	368.7	924	283	0	0	172.26	11204	1140	48393	29127	9294	7347	4403	5139	1796	118	8514	0	0	3305	4682	2978	2745	1386	71709	1126.02	0		
CONSUMO FINAL		0	638	0	0	0	0	0	0	0	638	0	0	0	0	5136	26	0	0	0	0	0	0	334	166	2745	64	8470	91.00	0	
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO		0	1777	924	283	0	0	172.26	11204	1140	48393	29127	9294	7347	4403	4	1770	118	8514	0	0	3305	4818	2812	0	1456	0	1322	63259	1055.02	
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO		0	593	0	0	0	0	0	342.4	0	18007	288	1457	0	11	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	3463	134.70	
SETOR ENERGÉTICO		0	17	0	0	0	0	843.7	0	846.4	0	0	0	0	0	4048	0	64	88	0	0	0	0	319	0	0	0	0	4593	129.57	
RESIDENCIAL		0	8	0	0	0	0	114	0	0	123	59	249	0	93	0	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465	5.88	
COMERCIAL		0	2	0	0	0	0	1	0	0	3	155	331	0	31	0	5	0	5	0	0	0	2	0	21	0	0	0	543	5.46	
PÚBLICO		0	0	0	0	0	0	2512	0	0	2312	3394	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3463	57.66	
AGROPECUÁRIO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TRANSPORTES - TOTAL		0	26	0	0	0	0	0	0	0	25	15914	722	734.7	0	1670	0	0	0	0	0	0	0	4818	0	0	0	29771	297.97		
RODOVIÁRIO		0	26	0	0	0	0	0	0	0	25	15908	0	730.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4818	0	0	0	26731	267.57	
FERROVIÁRIO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AÉREO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HIDROVIÁRIO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1712	17.12	
INDUSTRIAL - TOTAL		0	1141	924	283	0	0	63.51	878.8	1840	15538	398	6489	0	232	0	31	7	8514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	9.00	
CIMENTO		0	3	379	0	0	0	1	0	0	34	418	14	943	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	993	21840	403.70
FERRO-GUSA E AÇO		0	284	19	283	0	0	0	0	0	577	34	417	0	22	0	8	0	82.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1125	15.43
FERRO-LIGAS		0	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	995	127.35	
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO		0	49	0	0	0	0	0	0	0	49	113	549	0	0	0	1	0	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	3.58
NÃO FERROSOS E OUT. METALUR		0	23	74	0	0	0	45	0	0	142	0	335	0	15	0	0	1	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	848	8.97
QUÍMICA		0	288	133	0	0	0	22.7	6.4	0	713	58	1255	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1663	12.09
ALIMENTOS E BEBIDAS		0	101	85	0	0	0	2253	868.4	0	11124	25	762	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2103	20.15
TÊXTEL		0	51	4	0	0	0	130	0	0	186	1	309	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	816	119.40
PAPEL E CELULOSE		0	59	91	0	0	0	1118	21	1777	3066	18	610	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	5.00
CERÂMICA		0	66	91	0	0	0	1870	0	38	2065	6	431	0	98	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	564	37.30
OUTRAS INDÚSTRIAS		0	138	46	0	0	0	715	11	0	978	128	863	0	59	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	26.05
CONSUMO NÃO IDENTIFICADO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1883	20.54
MÚLTIPLOS ESTADÍSTICOS		1863	-19	0	0	0	0	0	0	0	1545	-184	-328	-367	-243	-481	-49	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	-4714	1.30	



3.3 Avaliação das Emissões entre 1970 e 2002

A metodologia do IPCC foi adaptada para extrair as emissões diretamente dos dados gerados pelo programa ben_eec. Foram utilizadas 3 linhas da planilha mostrada na Tabela 5, a saber:

- Oferta Interna Bruta
- Total Transformação
- Consumo Final Não Energético

Vale a pena mencionar que a metodologia “Top-Down” parte justamente da conservação do número de átomos de carbono ao longo das diversas interações que vão resultar, enfim, na emissão de CO₂ ou outro gás contendo carbono. A metodologia do IPCC é direcionada, no caso, para avaliar a produção do dióxido de carbono.

Essa metodologia consiste em contabilizar os combustíveis primários e secundários que entram no sistema econômico de um país no atendimento de necessidades geradas pelas atividades humanas (mesmo que não comerciais) e a que sai do sistema (retenção em materiais, exportações líquidas e não oxidação).

Para evitar dupla contagem, são contabilizadas as matérias primas produzidas ou importadas bem como os derivados exportados ou importados; as transformações (de energia primária em secundária) realizadas no país não devem ser levadas em conta, já que o carbono foi computado na matéria prima.

O conceito de oferta interna bruta corresponde justamente ao adotado na metodologia do IPCC, sendo, inclusive, contabilizadas da mesma forma as variações de estoque e a reinjeção. Também ela exclui as perdas na produção que, todavia, podem ser avaliadas a partir da planilha gerada pelo programa ben_ee.

O carbono retido, contabilizado na metodologia “Top Down”, é o correspondente ao uso não energético. Nesse tipo de uso nem sempre há retenção do carbono e a metodologia do IPCC recomenda o emprego de alguns coeficientes (percentuais em massa) para levar em conta a emissão que pode verificar-se por evaporação natural (e posterior conversão em CO₂ na atmosfera) ou pela queima ou degradação de rejeitos. Quando eles não são fornecidos, pode-se usar um coeficiente avaliado com base nas informações disponíveis. No caso presente, optou-se por repetir, quando possível, os valores considerados no trabalho da COPPE/MCT já mencionado. Os valores usados no trabalho de referência foram: 0,8 para nafta, 0,5 para lubrificantes, 0,75 para o alcatrão e 0,33 para o gás natural seco. Para outros compostos foi adotado o valor 1 (todo carbono retido). Na Tabela 5, o processo de cálculo é ilustrado para o ano de 1994.⁵

⁵ No entender dos autores deste trabalho, o uso de valores unitários usados (retenção de 100%) merece revisão, principalmente para produtos voláteis como álcool e solventes.

Calculo das Emissões usando Método "Top-Down" do IPCC baseado em Tabela de Contato do Carbono - Comparação com os Resultados da COPPE para o NCT

	Carbono Contido		Emissões Líquidas de Carbono		Emissões de CO2				
	Valores em Gtano	CO2E/MtCT	Este Trabalho	Densid	CO2E/MtCT	Este Trabalho			
Fontes Primárias	Petróleo	53106	62726	-0,7%	62674	62726	191394	192770	0,7%
	Liq GN	758	9041	27,2%	750	1041	1038	9470	28,1%
	Gasolina	-1720	-1710	-0,6%	-1702	-1710	-1693	-6243	0,6%
	Queimadura de Alcatrão	-214	-214	-0,2%	-211	-214	-211	-775	0,0%
Fontes Secundárias	Queimadura de Bunkers	-3	-3	-0,0%	-28	-29	-28	-104	-11,6%
	Óleo Diesel	1553	8554	0,1%	1539	1554	1538	5041	0,1%
	Óleo Combustível	114	114	0,2%	113	114	113	416	0,1%
	GLP	1402	1401	-0,1%	1388	1401	1387	9394	0,1%
Fontes Líquidas	Melão	1924	1944	1,0%	3122	3185	3143	7859	1,0%
	Alcatrão	-22	-22	-1,7%	-189	-188	-188	-4049	0,0%
	Ladrão Alcatrão	-24	-24	-0,6%	-200	-201	-208	-1859	0,7%
	Coque de Petróleo	-19	-19	0,5%	-19	-19	-19	-89	-0,4%
	Gás de Refinação	0	-87		-679	-233	-231	-846	-28,0%
	Outros Prod. Secundários de Petróleo	178	0		176	0	0	0	
	Outros Prod. Não Energ. do Petróleo	46	45	-0,4%	-384	-989	-979	-3589	0,5%
	Outros Prod. Não Energ. do Petróleo	57077	68766	-0,6%	-4815	-4868	-4844	181149	0,9%
	Carvão Metalúrgico	9172	9019	-1,7%	8989	9019	8839	32409	1,7%
	Carvão Vapor	2143	2126	-0,8%	2101	2126	2083	7639	0,9%
Fontes Secundárias	Coque de Carvão Mineral	1281	1322	3%	1250	1322	1295	4749	3,1%
	Outros Carv. Mineral Alcatrão + gás de coque	0	-41		-80	-106	-104	-380	-72,0%
		12586	12428	-1,4%	12384	12382	12114	44416	1,4%
	Gás Natural Soco	2474	2374	-4,2%	2286	2188	2144	7147	14,0%
Fontes Primárias		2474	2374	-4,2%	2286	2188	2144	7147	14,0%
		162	0		161	0	0	0	
		72309	71505	-1,0%	64305	64516	63751	232712	1,7%
		17691	17289	-2,3%	15330	17236	17053	59345	1,1%
Linha Geração Direta									



Cálculo das Emissões usando Método "Top-Down" do IPCC (continuação)

	Carbono Contido		Emissões Líquidas de Carbono		Emissões de CO ₂	
	Valores em Gg/ano	COPPE/MCT	Este Trabalho	Desvio	COPPE/MCT	Este Trabalho
Biomassa Sólida						
Leitura Carvãoamento	13807		13883	-0,2%	12382	45013
Bagaço de Cana	18837		18784	-0,6%	16855	60542
Resíduos Vegetais	812		687	-18,2%	714	2504
Carvão Vegetal	4		-2		-3	7
Biomassa Sólida - total	51273		50588	-1,4%	46037	165357
Biomassa Líquida						
Caldo de Cana	4762		4870	4,2%	4715	16040
Melaço	902		884	-2,1%	883	3207
Alcool Anidro	150		150	0,0%	108	384
Alcool Hidratado	191		323	40,9%	-100	112
Caloria	1844		828	-45,4%	1825	6803
Biomassa Líquida - Total	7849		8154	3,7%	7440	26388
Biomassa Gaseosa	0					
Combustíveis de Biomassa Total	59122		58742	-0,6%	52537	194184
TOTAL GERAL	0		130007	100,0%	116802	428257

Tabela 5: Exemplo de Cálculo das Emissões de CO₂ usando Linhas de Saída do Programa

[illegible]



Na Tabela 6, as emissões líquidas (conteúdo de carbono – carbono retido) são mostradas para os demais anos, discriminadas entre combustíveis fósseis e a biomassa. Os valores calculados para o inventário nacional são também mostrados.

Tabela 6 Emissões Líquidas em Gg de Carbono

ANO	PETROLEO E DERIVADOS	GAS NATURAL	CARV. MIN. E DERIV.	FÓSSEIS	ENOVÁVEIS	TOTAL	FÓSSEIS COPPE/MCT 2002	BIOMASSA COPPE/MCT 2002
1970	20053	122	2560	22735	44268	67003		
1971	22397	188	2573	25158	44544	69701		
1972	24707	205	2742	27655	45605	73260		
1973	29671	227	2691	32590	45730	78319		
1974	32241	343	2871	35456	46589	82045		
1975	34152	380	3405	37937	46756	84693		
1976	37528	413	3577	41518	45898	87416		
1977	38028	504	4630	43162	46565	89727		
1978	41077	569	5335	46980	46122	93103		
1979	43049	584	5792	49424	48137	97561		
1980	42611	649	6303	49563	50232	99795		
1981	38891	649	6091	45631	50223	95854		
1982	38272	852	6457	45581	50558	96139		
1983	35469	1124	7259	43852	55284	99136		
1984	34366	1446	8960	44772	60854	105626		
1985	35543	1790	10620	47953	62520	110473		
1986	39558	2105	10727	52390	61888	114278		
1987	40175	2400	11432	54007	65164	119170		
1988	41287	2506	11794	55587	63570	119156		
1989	41919	2628	11689	56236	63565	119801		
1990	41821	2733	10235	54789	57799	112588	55994	58264
1991	43224	2742	11878	57845	57069	114914	58851	57499
1992	44490	2894	11602	58986	55913	114899	60016	56367
1993	46346	3113	12004	61463	55319	116782	62472	55781
1994	48680	3207	12362	64248	58408	122656	65294	58789
1995	52109	3432	13095	68636	56216	124852		
1996	57644	3794	13547	74985	56114	131099		
1997	60561	4295	13726	78582	58139	136721		
1998	63397	4455	13500	81352	57510	138862		
1999	64144	5006	13759	82908	58896	141804		
2000	63187	6658	14738	84583	55218	139801		
2001	64999	8141	14528	87669	57583	145252		
2002	62866	9661	14255	86782	61984	148766		



A fração do carbono oxidado (que gera o CO₂ diretamente ou por degradação de outros compostos na atmosfera) varia segundo o combustível. Na metodologia adotada (“Top-Down”) esta correção é feita pela multiplicação de um fator sugerido pelo IPCC. Em dois casos (lenha na fabricação de carvão x lenha na queima direta e gás natural seco x líquidos de gás natural) existem coeficientes específicos. A partir da massa de carbono envolvida na transformação pode-se deduzir a participação da lenha de carvoejamento e do gás natural seco no consumo. A fração oxidada para a lenha e o carvão mineral pode ser obtida, sendo o complemento lançado para a outra aplicação de cada energético. Usando a participação do consumo do gás natural úmido (matéria prima) como gás seco (no exemplo com participação de 71,1% e 99,5% de oxidação) e o complemento do consumo como líquido de gás natural (28,9% com 99% de oxidação), estima-se um coeficiente médio para a lenha e o gás natural úmido, que é a média proporcional entre os dois coeficientes originais. Este coeficiente é recalculado a cada ano com auxílio das participações⁶.

A Tabela 7 reúne os resultados anuais, obtidos aqui, por fonte primária e para a biomassa. Os resultados também são comparados com os valores do inventário nacional.

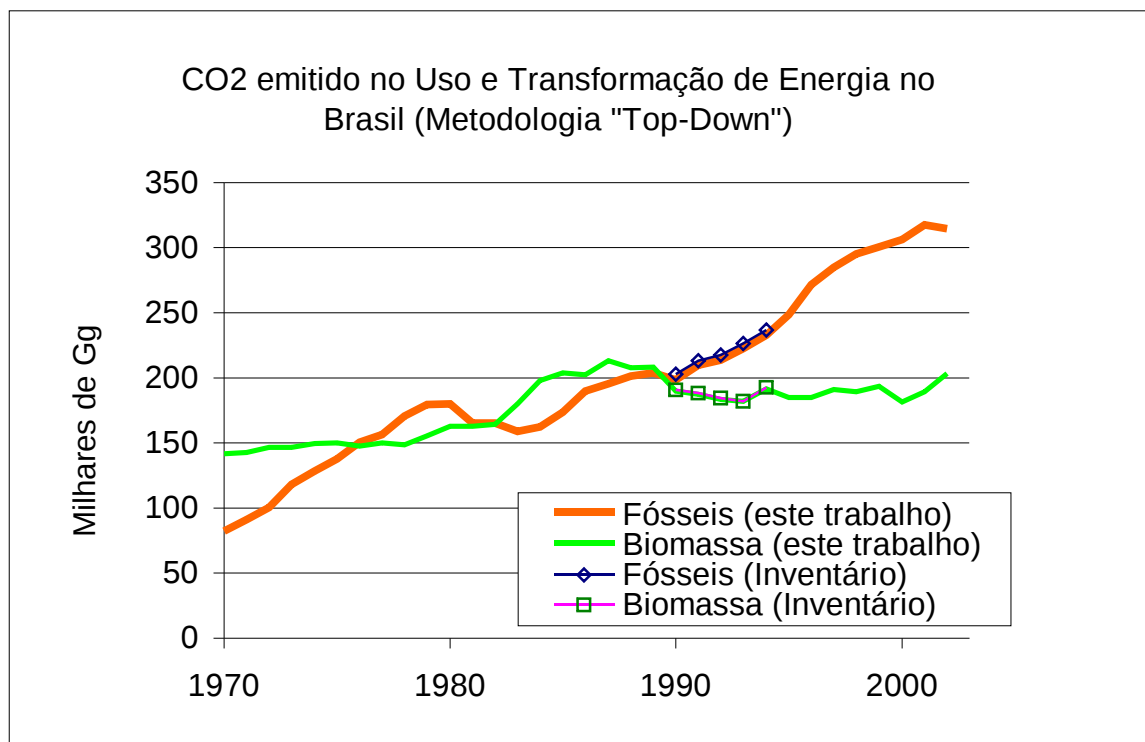
⁶ Dentro das margens de erro de uma avaliação como a das emissões, seria aceitável o uso do mesmo coeficiente para todos os anos. Na montagem da metodologia adotada aqui procurou-se, no entanto, que ela fosse completamente equivalente à do IPCC e um coeficiente anual foi calculado para cada ano para os dois energéticos.


Tabela 7: Emissões de CO₂ em Gg/ano para o Brasil

ANO	PETROLEO E DERIVADOS	GAS NATURAL	CARV. MIN. E DERIV.	FÓSSEIS	RENOVÁVEIS	TOTAL	FÓSSEIS COPPE/MCT 2002	BIOMASSA COPPE/MCT 2002
1970	72791	446	9194	82431	141858	224289		
1971	81301	683	9242	91226	142808	234034		
1972	89688	746	9852	100285	146324	246609		
1973	107707	825	9669	118201	146755	264956		
1974	117036	1250	10313	128600	149609	278208		
1975	123971	1384	12233	137588	150235	287822		
1976	136228	1504	12848	150580	147486	298067		
1977	138041	1837	16635	156513	149824	306337		
1978	149109	2071	19166	170346	148686	319032		
1979	156267	2126	20808	179201	155524	334724		
1980	154679	2364	22643	179686	162572	342258		
1981	141174	2363	21882	165419	162582	328001		
1982	138927	3104	23197	165229	164015	329243		
1983	128752	4093	26078	158923	179750	338673		
1984	124748	5267	32189	162204	198142	360346		
1985	129022	6519	38152	173693	203967	377661		
1986	143596	7669	38536	189801	202281	392082		
1987	145835	8744	41073	195651	213061	408713		
1988	149870	9127	42377	201374	208044	409418		
1989	152165	9570	42000	203735	208180	411915		
1990	151811	9952	36772	198535	189462	387998	202910	190575
1991	156905	9984	42678	209567	187242	396809	213220	188221
1992	161499	10541	41686	213726	183505	397231	217466	184521
1993	168236	11337	43133	222705	181714	404419	226369	181676
1994	176707	11681	44416	232805	191832	424637	236599	192636
1995	189157	12500	47050	248708	184746	433454		
1996	209249	13820	48673	271743	184568	456311		
1997	219838	15646	49315	284798	191153	475951		
1998	230133	16230	48503	294865	189000	483865		
1999	232841	18234	49435	300510	193589	494099		
2000	229368	24250	52952	306570	181548	488118		
2001	235948	29643	52200	317791	189149	506940		
2002	228203	35179	51218	314601	203571	518172		



Figura 4 - Emissões de CO₂ obtidos pela metodologia “Top-Down” adaptada ao formato das saídas do programa.



A concordância entre os dados aqui obtidos e os do inventário (para os anos disponíveis) é muito boa. Deve-se assinalar que a rotina de cálculo do programa é inteiramente equivalente à do IPCC, como foi demonstrado na . As pequenas diferenças observadas devem ser atribuídas aos valores do poder calorífico inferior que, nesta aproximação, são os adotados pelo BEN e que não estavam disponíveis na elaboração do inventário; também existem pequenas dúvidas quanto à alocação de energias em relação à metodologia do IPCC. O programa desenvolvido é, pois, um poderoso instrumento para avaliação de balanços passados e de projeção. Também pode ser de grande utilidade na apuração de inventários de países que ainda não o fizeram. Em trabalhos futuros, um programa que apresente gráficos e tabelas do inventário pode ser construído.

4 - Aplicação aos Centros de Transformação

Os centros de transformação não são tratados de maneira homogênea no BEN. Em alguns casos é possível realizar separadamente o balanço de carbono da matéria prima e dos subprodutos (as emissões são computadas no Setor Energético de maneira conjunta); em outros casos, as emissões devem ser apuradas no próprio centro. No que se segue, a estrutura e a nomenclatura do BEN são mantidas, apesar de algumas impropriedades que serão apontadas ao longo do texto,



4.1 Tipos de Centros de Transformação

O BEN trabalha com os seguintes tipos de centros de transformação:

- Refinarias de Petróleo,
- Plantas de Gás natural,
- Usinas de Gaseificação,
- Coquerias,
- Destilarias,
- Carvoarias,
- Centrais Elétricas de Serviço Público,
- Centrais Elétricas Autoprodutoras,
- Ciclo de Combustível Nuclear
- Outras Transformações

Do ponto de vista do balanço de carbono podemos distinguir três (ou quatro) tipos de transformação:

- Unidades de transformação onde o carbono entra como componente da matéria prima e sai sob a forma de produtos (derivados), não havendo contabilmente emissões de gases contendo carbono; neste tipo de transformação, não existe emissão de gases para a atmosfera (as cinco primeiras);
- Unidades onde é necessário contabilizar, na saída, subprodutos e gases de rejeito contendo carbono (carvoarias)
- Unidades que podem ser tratadas como centros de consumo, não havendo conteúdo de carbono nos produtos (centrais elétricas térmicas de serviço público e autoprodutoras)

Finalmente, existem unidades como as usinas de geração hidrelétricas e nucleares onde não existem produtos de carbono na entrada ou na saída e que não precisam ser tratadas para o estabelecimento do balanço de carbono. As emissões originadas em equipamentos auxiliares dessas unidades, como geradores a diesel e outras, devem aparecer em outras unidades de contabilidade como as correspondentes ao Setor Energético.

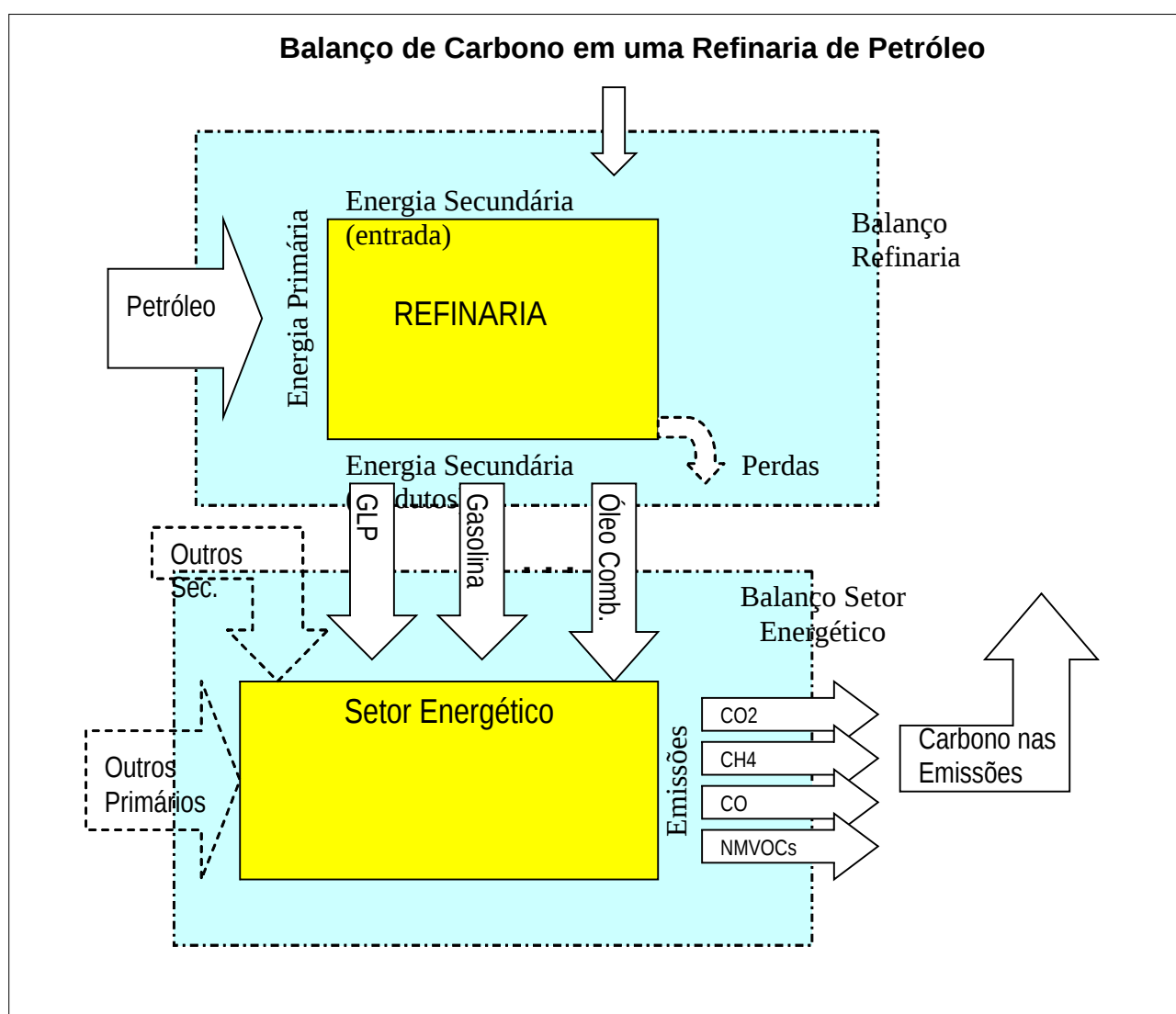
Veremos também que, nas unidades de transformação do primeiro tipo, o que existe é um artifício contábil onde as emissões são contabilizadas no Setor Energético.



No que se segue, serão apresentados alguns tipos de centro de transformação para ilustrar a abordagem adotada. É interessante notar que, mesmo nos casos de algumas das transformações onde as emissões não aparecem na contabilidade, a apuração do balanço é útil porque, no processo, verifica-se a coerência dos dados entre os insumos (utilizado na abordagem com os produtos intermediários contabilizadas) com os resultados obtidos a partir de coeficientes extraídos da apuração do inventário nacional de emissões que se supõe baseados em medidas de emissões avaliadas (“Bottom-Up”) para o tipo de combustível no setor, salvo nos casos em que a falta de dados tenha obrigado o uso de coeficientes genéricos em sua elaboração.

A apresenta o esquema de apuração do Balanço de Carbono em uma refinaria de petróleo.

Figura 5 - Balanços para as refinarias e o Setor Energético



Os compostos de petróleo, usados como fonte de energia na própria refinaria, são contabilizados como produto (saída) embora, fisicamente, o consumo de energia e as emissões se verifiquem na própria refinaria. A parte consumida na refinaria é lançada como “entrada” na contabilidade do Setor Energético onde também são computadas as emissões. O balanço de carbono deve “fechar” para o sistema constituído pela refinaria e pelo Setor Energético.



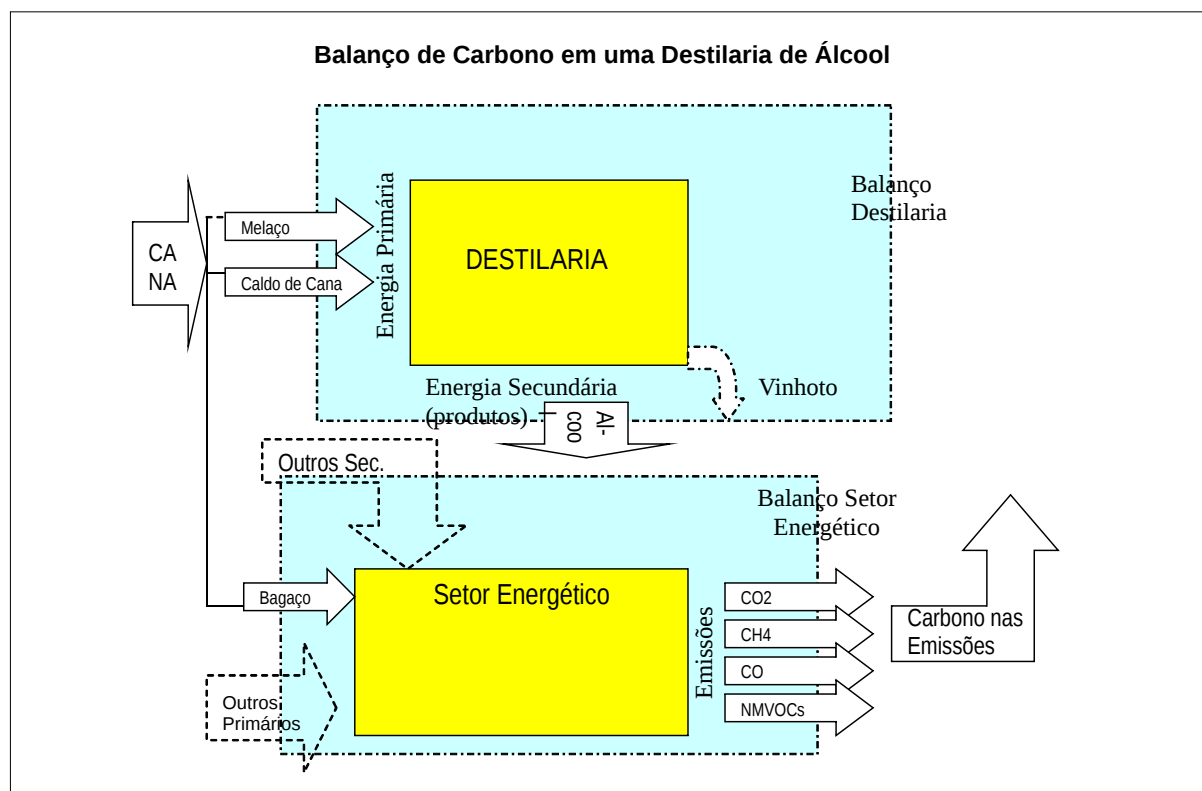
Um caso semelhante ocorre nas unidades de processamento de gás natural (úmido) onde são extraídos alguns subprodutos líquidos que podem ser incorporados diretamente aos produtos comercializados como gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolina ou a nafta, uma fração que é tratada pelas refinarias e o gás natural denominado “seco” (fundamentalmente metano e etano).

A entidade “Setor Energético” é usada ainda para registrar todo o consumo nas unidades a ele relacionadas – inclusive centros de transformação. Este consumo não inclui a energia “transformada”⁷ cujo tratamento é feito nos centros correspondentes de contabilidade.

Também é interessante assinalar que para o petróleo, seus derivados “não energéticos” integram o balanço energético; este procedimento será seguido no balanço de carbono. O fato do tratamento não ser uniforme para todas as fontes exige algumas adaptações metodológicas que serão oportunamente tratadas.

Na , mostra-se o esquema adotado pelo BEN para as destilarias e ilustra-se a maneira de se fazer o balanço de carbono.

Figura 6 - Esquema do balanço de carbono para as destilarias, mostrando que “produtos da cana” (denominação do BEN) são tomados como diferentes formas de energia primária. O bagaço é contabilizado no Setor Energético, mas o vinhoto não é explicitado no BEN. O melaço (concentrado de açúcar em destilarias anexas a usinas de açúcar) também é considerado como energia primária.



⁷ No caso das refinarias, por se tratar de reações químicas, onde a geração de calor (energia consumida) e a transformação (mudança de constituição dos hidrocarbonetos) não têm uma fronteira definida. A especificação de um produto intermediário (como o óleo combustível) para ser contabilizado como produto da refinaria e fonte de energia usada no setor energético é, na verdade, um artifício contábil para montar o balanço energético. Aliás, um dos atrativos de se introduzir o setor energético no balanço (energético) é que ele torna mais elegante a contabilidade dos centros de transformação, contabilizando as perdas

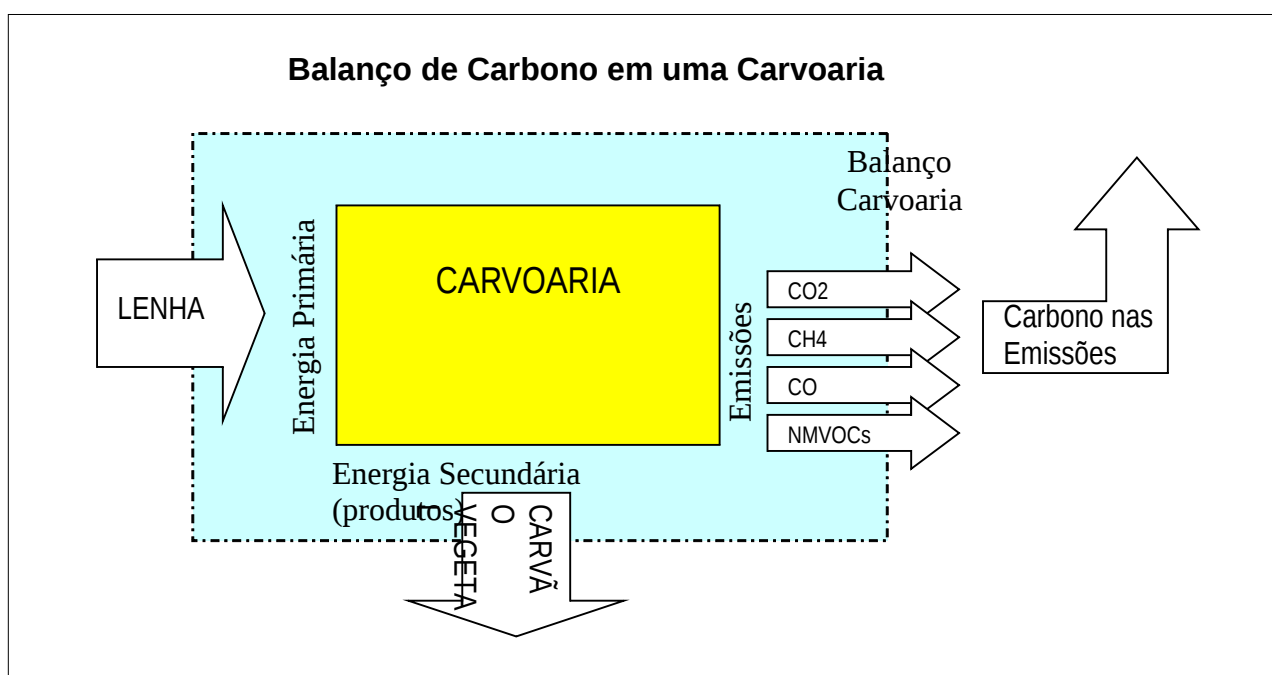


Nas coquearias (produção de coque a partir do carvão mineral) contabiliza-se como produtos o coque e o gás que é parcialmente consumido no processo mas contabilizado no setor energético. Espera-se, assim, que o balanço de carbono possa ser feito neste nível.

Espera-se que a produção do gás de rua (gás mais pobre que o natural distribuído para consumo) também possa ser tratada como centro de balanço de carbono. A diversidade de matérias primas usadas ao longo dos anos neste processo e a variação de sua composição faz esperar, no entanto, dificuldades na contabilidade deste tipo de unidade. É bom lembrar que este é um combustível em extinção no Brasil com o advento da distribuição de gás natural seco diretamente aos consumidores (foram necessárias adaptações na rede e nos aparelhos de consumo).

No caso das carvoarias, a energia primária (lenha) é transformada em carvão pela queima parcial. Não existe um produto intermediário adequado para transferir o consumo para o setor energético (parte poderia ser atribuída ao monóxido de carbono – CO, mas isto não é feito). Além disto, todo o gás é usado no processo de transformação ou emitido diretamente. O balanço de carbono deve ser apurado adicionando-se o carbono contido no produto àquele que compõe as emissões, conforme é indicado na Figura 7.

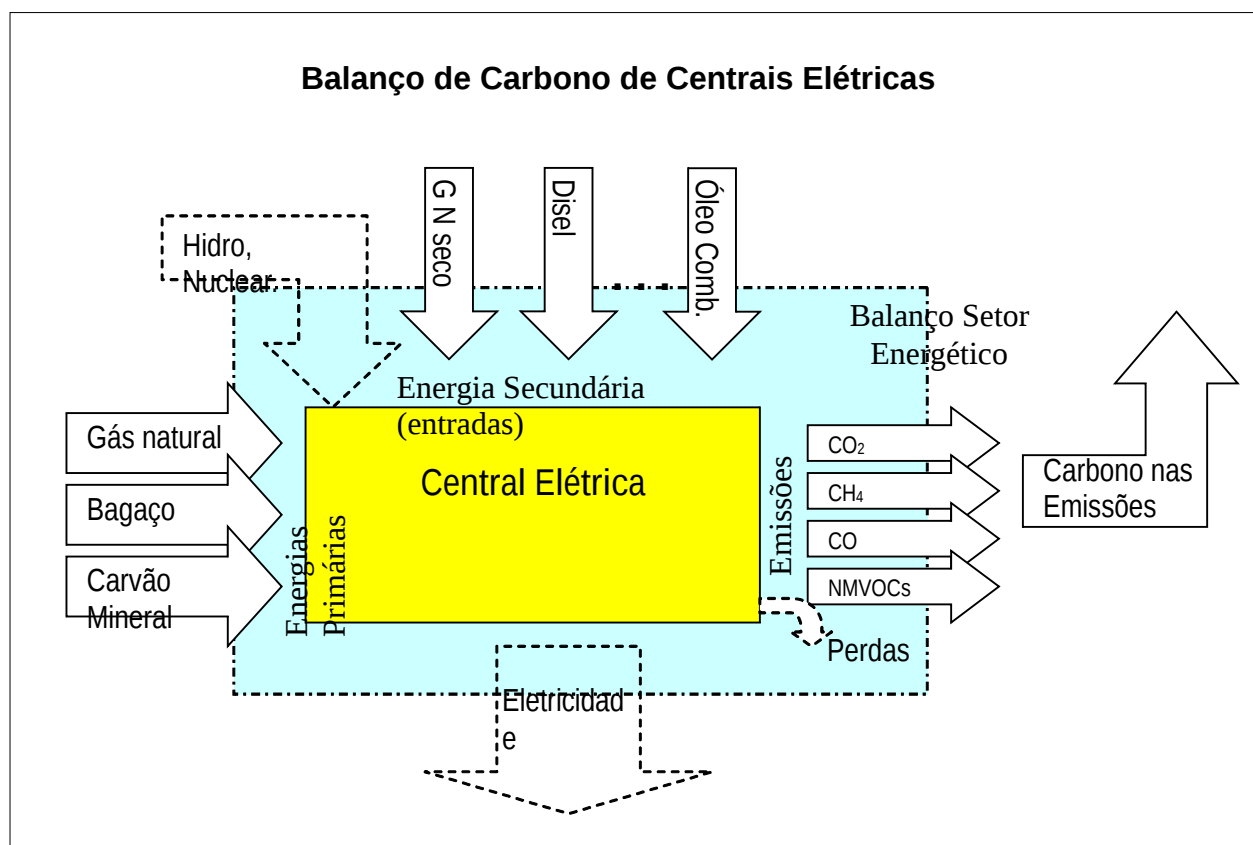
Figura 7 - Balanço de Carbono em uma Carvoaria.



Para as centrais de geração de eletricidade, estão disponíveis os valores de entrada correspondente aos combustíveis usados na geração. O balanço de carbono – de que estamos tratando – pode ser apurado, nessas unidades, da mesma maneira como será feito em setores consumidores, mesmo porque o produto (eletricidade) não contém carbono. O esquema do balanço de carbono é mostrado na Figura 5



Figura 8 - Esquema de balanço de carbono em centrais elétricas; no caso de autoprodutores a unidade de balanço pode ser “virtual”, localizada, por exemplo, em um estabelecimento industrial. Os aportes hídrico e nuclear e o produto “eletricidade” que fazem parte do balanço energético não contribuem para o balanço de carbono. Os produtos tracejados indicam, neste caso, valores não computados no balanço. No caso das perdas, elas estarão incluídas nas diferenças encontradas no balanço de carbono.



Em virtude do exposto, a apuração do balanço de carbono em algumas unidades de transformação não envolve emissões e pode ser feito a partir dos resultados de conteúdo de carbono o que são apresentados, a seguir, para o período 1970 a 2002.

4.2 Balanço de Carbono nas Refinarias

Para cinco dos centros de transformação é possível apurar o balanço de carbono pré-emissões. O principal deles é o das refinarias de petróleo.

A Tabela 8 mostra o balanço de energia e carbono para 2002 indicando, ainda, os coeficientes expressos em tC/tep (tep de 10000 kcal) ou em tC/TJ (1 cal = 4,1855 j)

O balanço de carbono “fecha” com precisão semelhante ao do balanço de energia. Isto, como pode ser visto na Tabela 3, também é válido para anos anteriores. Além disto, a balanço de carbono é negativo, o que é compatível com perdas na transformação que não são registradas no BEN. Para o conjunto de petróleo processado entre 1970 a 2002, o saldo do balanço de carbono apresenta uma diferença de apenas -0,8% e um desvio médio quadrático de 1,0% nos valores anuais.



Tabela 8 - Balanço de Energia e de Carbono nas Refinarias de Petróleo no Brasil em 2002

	ENERGIA	MASSA C	tC/tep	tC/TJ
	mil tep	mil t (Gg)		
ENTRADA	84002	70225		
PETROLEO	83076	69543	0,837	20,0
OUTRAS RECUPER.	926	682	0,737	17,6
SAÍDA	82939	69558		
OLEO DIESEL	27330	23106	0,845	20,2
OLEO COMBUST.	17083	15087	0,883	21,1
GASOLINA AUTOMOT.	14445	11427	0,791	18,9
GASOLINA AVIACAO	54	44	0,816	19,5
GLP	4657	3353	0,720	17,2
NAFTA	6716	5622	0,837	20,0
QUEROS. ILUM.	187	153	0,820	19,6
QUEROS. AVIACAO	2978	2431	0,816	19,5
GAS DE REFIN.	3222	2455	0,762	18,2
COQUE PETROLEO	1585	1825	1,151	27,5
OUT.EN. PETROLEO	382	320	0,837	20,0
ASFALTOS	1641	1511	0,921	22,0
LUBRIFICANTES	728	610	0,837	20,0
SOLVENTES	536	448	0,837	20,0
OUT.NAO EN.PET.	1395	1167	0,837	20,0
SALDO DO BALANÇO	-1064	-667		
SALDO DOBALANÇO (%) (*)	-1,3%	-1,0%		

(*) (Saída-Entrada)/Entrada

Na Tabela 9 estão representados os balanços de carbono para as refinarias para anos escolhidos. Além de anos redondos (final de década), foram escolhidos os anos de 1990 e 1994 (anos extremos de apuração do inventário nacional), 1999 (ano para o qual existem algumas avaliações) e 2002 (último ano computado).



Tabela 9 - Balanços de Carbono para anos selecionados (Massa de Carbono em mil t (Gg))

	1970	1980	1990	1994	1999	2002
ENTRADA	21376	46335	50807	54729	68474	70225
PETROLEO	21376	46335	50711	54326	68022	69543
OUTRAS RECUPER.	0	0	96	404	452	682
SAÍDA	20817	45876	50784	54047	67824	69558
OLEO DIESEL	4798	14146	17804	19282	22748	23106
OLEO COMBUST.	7418	14537	10785	10760	14859	15087
GASOLINA AUTOMOT.	5822	6792	7050	9076	11278	11427
GASOLINA AVIACAO	0	0	46	65	60	44
GLP	708	1952	2504	2887	2955	3353
NAFTA	58	2546	5254	4634	6475	5622
QUEROS. ILUM.	523	437	167	111	53	153
QUEROS. AVIACAO	547	1789	2070	1929	2496	2431
GAS DE REFIN.	177	893	1612	1890	2064	2455
COQUE PETROLEO	0	0	528	636	1328	1825
OUT.EN. PETROLEO	25	315	3	0	7	320
ASFALTOS	0	0	1141	1186	1375	1511
LUBRIFICANTES	0	0	572	599	598	610
SOLVENTES	0	0	202	285	298	448
OUT.NAO EN.PET.	742	2469	1046	705	1228	1167
SALDO DO BALANÇO	-559	-459	-22	-682	-650	-667
SALDO DO BALANÇO (%) (*)	-2,6%	-1,0%	0,0%	-1,2%	-0,9%	-1,0%

(*) (Saída-Entrada)/Entrada

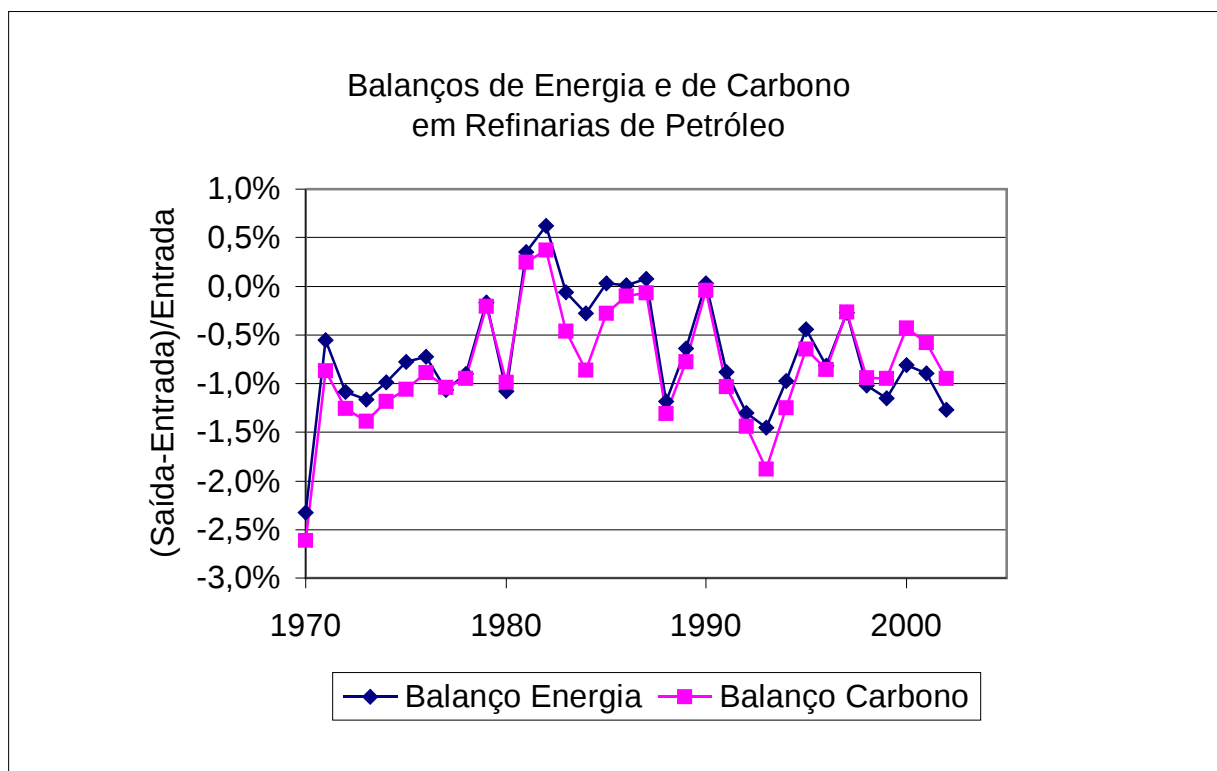
Os balanços de carbono e de energia têm, além disto, comportamentos muito semelhantes ao longo do tempo (Figura 9) o que indica que os coeficientes usados parecem permanecer válidos, não obstante as substanciais variações das características dos combustíveis usados no Brasil (principalmente do diesel), no período estudado. Esta mudança de características dos combustíveis ocorreu, sobretudo, no período das crises de petróleo quando a presença do álcool carburante (substituindo a gasolina) e o vigoroso processo de substituição do óleo combustível provocaram um aumento da participação do diesel no consumo de derivados de petróleo. Além disso, existia (e ainda existe) substancial vantagem no preço desse combustível por quilômetro rodado. A mostra que, não obstante as variações no combustível, o comportamento, ao longo do tempo, do balanço de carbono é muito semelhante ao do balanço de energia. Ou seja, as variações no balanço de carbono se referem principalmente a variações na contabilidade da energia e não aos parâmetros relativos ao teor de carbono.

É bom notar que o BEN apresenta um acompanhamento do conteúdo em energia dos combustíveis ao longo dos anos (tep por m³ ou kg). Estes dados são usados nos cálculos do teor em carbono e corrigem, em parte, essas variações. O mesmo pode não ocorrer quando – como acontece no



caso do gás natural úmido – a transformação das “unidades naturais” (de massa ou volume) passa por um coeficiente constante para conversão em energia ao longo dos anos.

Figura 9 - Os balanços de energia e de carbono mostram um comportamento semelhante ao longo dos anos e um baixo desvio de massa. Isto é indicativo da boa escolha dos coeficientes de teor de carbono e da pouca influência da mudança das características dos combustíveis no balanço de carbono nas refinarias

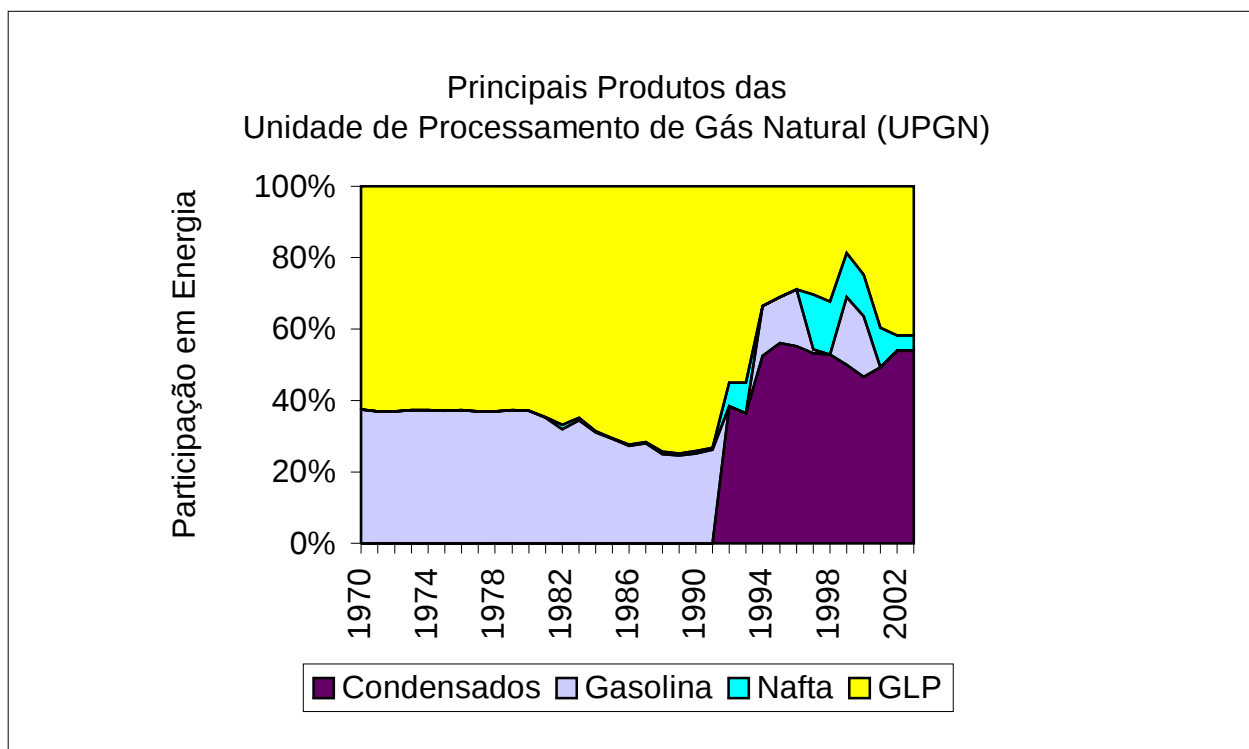


4.3 Balanço de carbono nas unidades de processamento de gás natural (UPGN)

Nas UPGN extrai-se do gás natural in natura (úmido) líquidos que se condensam à temperatura ambiente, restando no gás natural (seco) principalmente o metano e o etano. As frações líquidas podem ser incorporadas diretamente a alguns produtos (GLP, nafta, etc) ou serem tratados em refinarias. Como pode ser observado na , este último parece ser o destino preferencial nos anos recentes, muito provavelmente por que facilita a maior homogeneidade dos produtos comercializados e simplifica a operação das UPNG.



Figura 10 - A partir de 1992, cerca da metade do produto das UPGN no Brasil passou a constituir-se na fração de condensados de gás natural que aparecem no BEN como matéria prima de entrada nas refinarias.



O balanço de energia e de carbono é mostrado na , para o ano de 2002, bem como os fatores utilizados para sua obtenção.

Tabela 10 - Balanços de Energia e Carbono nas UPGN em 2002.

	ENERGIA	MASSA C		
	mil tep	mil t (Gg)	tC/tep	tC/TJ
ENTRADA (GAS NAT. ÚMIDO)	10125	6738		
SAÍDA	9837	6453		
GAS NAT SECO	8181	5239	0,640	15,3
OUTRAS RECUPER.	836	616	0,737	17,6
GASOLINA AUTOMOT.	0	0		
GLP	755	543	0,720	17,2
NAFTA	66	55	0,837	20,0
SALDO BALANÇO	-287	-285		
SALDO DO BALANÇO (%) (*)	-2,8%	-4,2%		

(*) (Saída-Entrada)/Entrada.

Na o balanço de carbono é indicado para anos escolhidos.



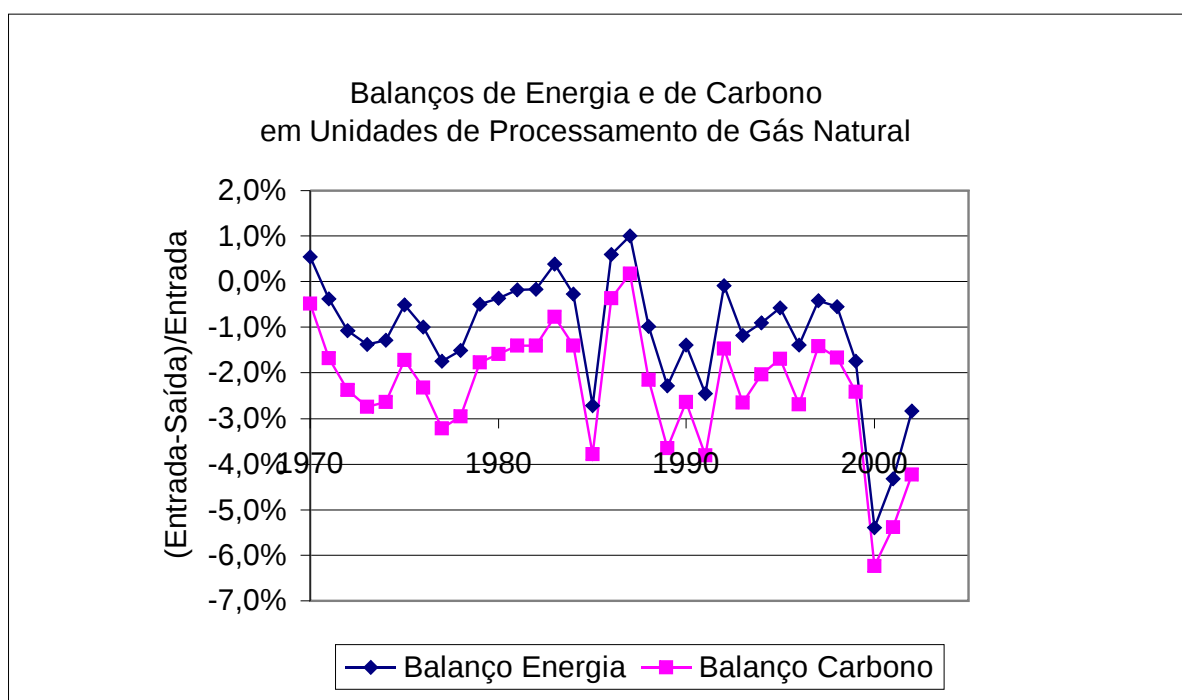
Tabela 11 - Balanço de Carbono em anos selecionados (massa em Gg)

	1970	1980	1990	1994	1999	2002
ENTRADA (GAS NAT. ÚMIDO)	380	894	2825	3352	4430	6738
SAÍDA	407	940	2884	3382	4501	6453
GAS NAT SECO	304	718	2219	2625	3442	5239
OUTRAS RECUPER.	0	0	0	325	413	616
GASOLINA	28	60	134	98	178	0
GLP	47	102	394	237	177	543
NAFTA	0	0	3	0	114	55
BALANÇO	-2	-14	-75	-68	-107	-285
BALANÇO (%) (*)	6,9%	5,1%	2,1%	0,9%	1,6%	-4,2%

(*) (Saída-Entrada)/Entrada

Na figura 11 pode-se observar que, na maioria dos anos, o balanço energético não apresenta desvios acima do esperado, com exceção dos três últimos anos. Esta variação pode ser considerada importante e deve advir do uso de valores inadequados do poder calorífico no próprio balanço energético. Com efeito, o que se espera na representação gráfica é que variações devidas ao balanço energético sejam refletidas por curvas “paralelas” (mesma diferença). Já variações quanto ao conteúdo de carbono, refletir-se-iam numa aproximação ou afastamento entre as curvas. Este fenômeno (aproximação entre as curvas) parece estar ocorrendo na representação da figura em questão e pode ter como explicação a variação do conteúdo de carbono no gás úmido.

Figura 11 - Balanços de carbono e de energia para UPGNs no Brasil, mostrando que alguns desvios do relativo ao carbono são atribuíveis a diferenças no de energia. Também parece existir um componente sistemático de defasagem dos dois balanços, que deve advir de coeficientes de carbono inadequados.





Em 2002 a quantidade de gás processada nas UPGN (6,7 mil Gg) corresponde a 4,6% do total da massa de carbono dos combustíveis utilizados (oferta interna bruta) no Brasil. Erros da ordem de 6% (como os ocorridos em 2000) representam uma imprecisão de cerca de 0,3% no total. Como o gás natural é um combustível de importância crescente na matriz energética brasileira, seria necessário dar uma maior atenção ao assunto.⁹

4.4 - Balanço de Carbono nas Coquerias

Nas coquerias, o carvão metalúrgico é convertido em coque (usado na fabricação do aço) em um processo de destilação sem a presença de oxigênio. Como subprodutos são gerados gases que são utilizados como combustível nas siderúrgicas, inclusive na própria coqueificação e líquidos. Os balanços energético e de carbono estão mostrados na Tabela 12 para o ano de 2002.

Os gases constam no balanço como gás de coqueria e os líquidos como alcatrão. O BEN opta por alocar todo o consumo nas siderurgias (nada no setor energético). Na falta de coeficiente específico optou-se, no inventário, pelo uso do coeficiente 'default', que corresponde ao do petróleo. O mesmo coeficiente foi usado para o balanço de carbono.

O balanço de carbono para o ano de 2002 é, como seria de se esperar, negativo já que as perdas não são contabilizadas. Desvios de 6%, como observados no saldo dos balanços de carbono e de energia, evidenciam coeficientes inadequados ou erros de apuração da matéria prima ou produtos. Do ponto de vista de importância na determinação do carbono emitido, o processo envolve cerca de 7,4 milhões de toneladas de carbono que representa 4,7% da oferta interna bruta de carbono. Um erro de 6,3% no balanço de carbono significa um erro de 0,3% nas emissões. É bom lembrar que, pelo menos neste caso, as indicações são de que o erro está no próprio balanço energético.

Tabela 12 - Balanços Energético e de Carbono nas Coquerias 2002

	ENERGIA	MASSA C	Massa C /Energia	
	mil tep	mil t (Gg)	tC/tep	tC/TJ
ENTRADA	6881	7431		
CARVAO MET.NAC.	63	68	1,080	25,8
CARVAO MET.IMP.	6819	7363	1,080	25,8
SAÍDA	6721	7901		
COQUE CARV.MIN	5126	6565	1,281	30,6
GAS DE COQUERIA	1366	1144	0,837	20,0
ALCATRAO	229	192	0,837	20,0
SALDO DO BALANÇO	-160	470		
SALDO DO BALANÇO (%)	-2,3%	6,3%		

⁹ No que se refere ao gás natural, foram identificados problemas de aparente inconsistência na diferença dos poderes caloríficos superior e inferior e o conteúdo de carbono esperado. Também chama a atenção a constância dos valores dos poderes caloríficos ao longo do tempo. Este valor deveria, em princípio, sofrer alterações com a variação da procedência do gás natural (produtos condensáveis à temperatura ambiente, nele contidos).

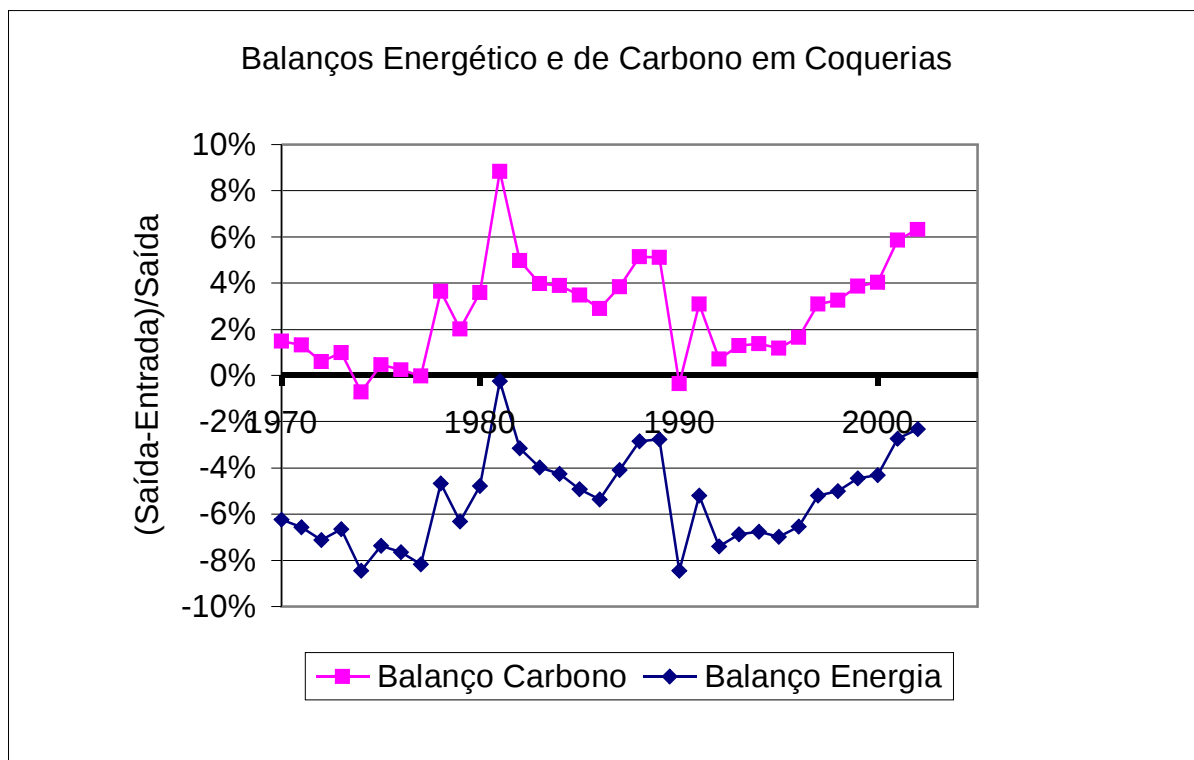


Os saldos dos balanços de carbono, para anos escolhidos, são mostrados na Tabela 13. A evolução dos saldos em energia e carbono nas coquerias, no período 1970 / 2002, pode ser acompanhada na Tabela 12.

Tabela 13 - Balanços de Carbono nas Coquerias em Anos Escolhidos

	1970	1980	1990	1994	1999	2002
ENTRADA	1714	4383	8143	8692	7492	7431
CARVAO MET.NAC.	496	1083	487	82	21	68
CARVAO MET.IMP.	1218	3300	7655	8609	7471	7363
SAÍDA	1740	4541	8114	8811	7780	7901
COQUE CARV.MIN	1426	3768	6745	7301	6441	6565
GAS DE COQUERIA	264	624	1144	1264	1130	1144
OUT.SEC. ALCATRAO	50	149	225	246	210	192
SALDO DOBALANÇO	26	158	-29	119	289	470
SALDO DOBALANÇO (%)	1,5%	3,6%	-0,4%	1,4%	3,9%	6,3%

Figura 12 - Os balanços de carbono mostram um erro sistemático na determinação do saldo de carbono, provavelmente devido a coeficientes inadequados de massa de C/energia. Os saldos de balanço também são importantes no energético, mas podem ser, pelo menos em parte, atribuídos a perdas.



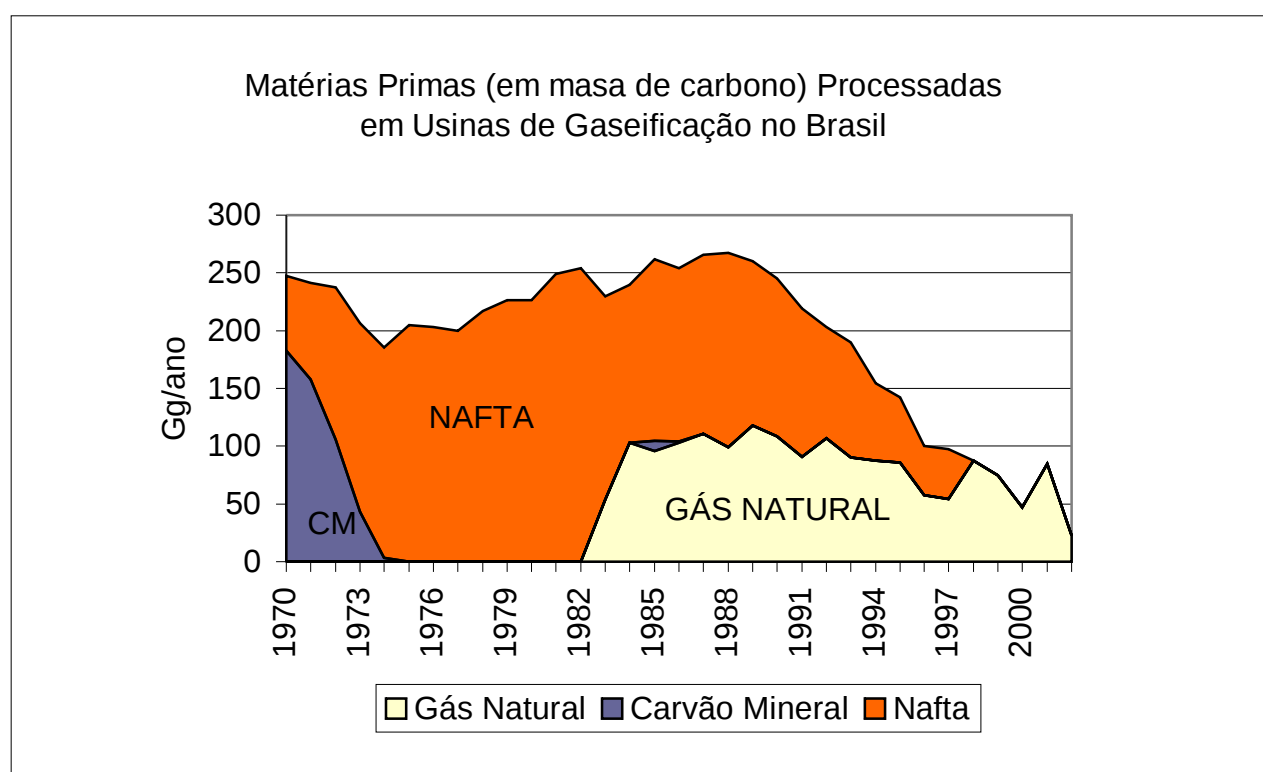
Os dados da confirmam os problemas no balanço de carbono que seriam atribuíveis ao uso de coeficientes inadequados.



4.5 Balanço de Carbono nas Usinas de Gaseificação

O uso do gás canalizado estava, em 1970, praticamente restrito às cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. O gás para distribuição na rede existente era produzido nas usinas de gaseificação. As matérias primas utilizadas em sua fabricação passaram, entre 1970 e 2002, da predominância de carvão mineral (em sua maior parte metalúrgico) para a nafta (derivada do petróleo) e finalmente para gás natural seco. A disponibilidade de gás natural para a distribuição fez com que, em 2002, restasse somente uma produção residual nestas usinas, que tende a desaparecer.

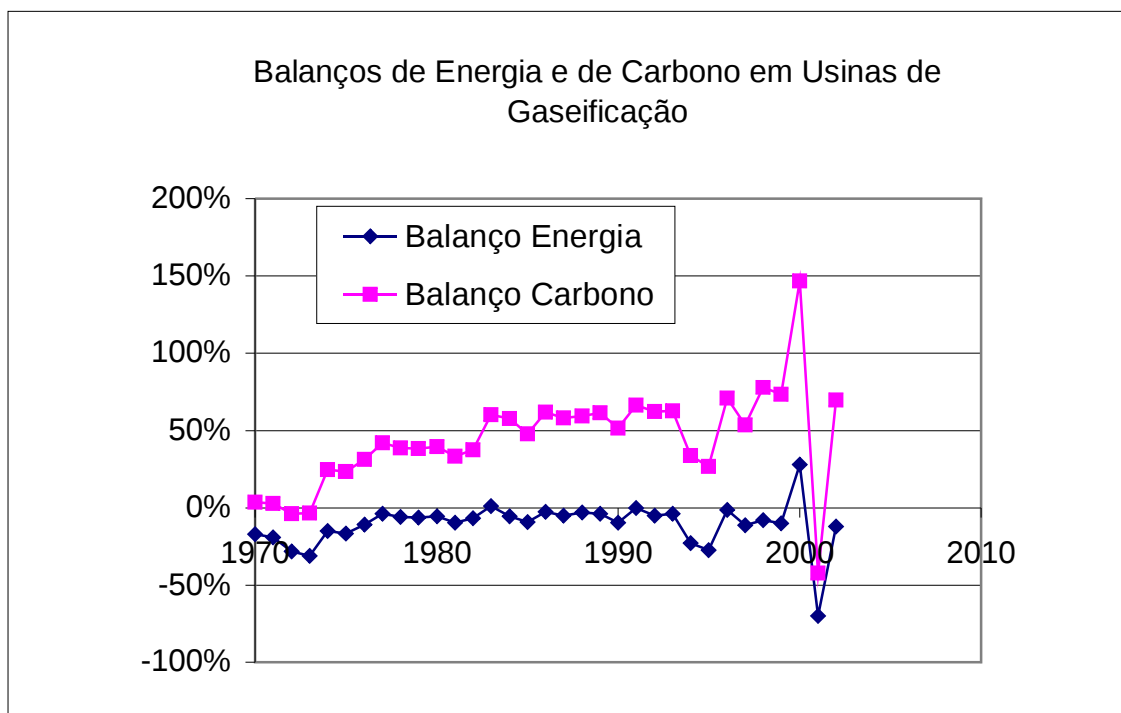
Figura 13 - A matéria prima usada na produção de gás nas usinas de gaseificação passou do carvão mineral para nafta e desta para o gás natural. Com a disponibilidade deste último, as redes de distribuição passaram a usar gás natural seco e as usinas de gaseificação estão praticamente desativadas.



A mostra que o balanço de carbono é inteiramente insatisfatório podendo ser observados desvios superiores a 70 % e de até 150%. A qualidade do balanço em energia também se deteriora ao longo do tempo.



Figura 14 - O balanço de carbono das usinas de gaseificação mostra saldos enormes ao longo do período, refletindo a má qualidade dos coeficientes usados. A evolução ao longo dos anos (ver figura anterior) faz supor que os coeficientes usados para a nafta e para o gás natural são piores que para o carvão mineral.



Os balanços de energia e de carbono são mostrados na Tabela 14 para o ano de 1990¹⁰.

Tabela 14 - Balanços de Energia e de Carbono em Usinas de Gaseificação para o ano 1990

	ENERGIA	MASSA C		
	mil tep	mil t (Gg)	tC/tep	tC/TJ
ENTRADA	333	245		
Gás natural Seco	170	109	0,640	15,3
Carvão Mineral	0	0		
Nafta	163	137	0,837	20,0
SAÍDA	301	372		
GAS CIDADE	301	372	1,235	29,5
COQUE CARV.MIN	0	0		
SALDO DO BALANÇO	-32	126		
SALDO DO BALANÇO (%)	-9,7%	51,4%		

Examinando os coeficientes da Tabela 14, o que parece mais provável é que o gás produzido (gás de cidade) tenha mudado bastante sua composição quando mudou a matéria prima. O gás produzido a partir do carvão poderia conter monóxido de carbono, o que explicaria o alto valor do coeficiente

¹⁰ O ano de 2002, usado em casos anteriores, apresenta uma baixa quantidade de matéria prima tratada e de apenas um tipo (gás natural).



utilizado. Quando esse gás foi substituído, para não mudar as características do gás distribuído, optou-se por empobrecer o gás gerado a partir da nafta e o gás natural seco. Se, por exemplo, o gás produzido a partir do gás natural resultar da adição de gás inerte, a razão massa de C / energia estaria muito mais próxima da referente ao gás natural (15,3 tC/TJ) do que da utilizada (29,5 tC/TJ), que seria adequada para um gás com alto teor de monóxido de carbono, para o qual este coeficiente estaria adequado.

Em 1990 a massa de carbono envolvida na transformação (entrada) seria de 245 Gg para uma oferta interna bruta de cerca de 120 mil Gg, correspondendo a 0,2% da massa do combustível utilizado. Um erro de 50% nessa avaliação corresponderia a 0,1% do total das emissões. Como se trata de um combustível em extinção, essa imprecisão na avaliação, embora incômoda do ponto de vista metodológico, terá impacto nulo nas emissões futuras. O impacto nas emissões passadas não deve ser muito superior ao apurado para 1990.

4.6 Balanço de Carbono nas Destilarias de Álcool

O setor álcool e a geração hidrelétrica são o carro chefe dos programas brasileiros de produção de energia renovável. Muito embora o CO₂ produzido pela biomassa não seja computado nas emissões geradoras de efeito estufa, o mesmo não acontece com as emissões de metano que são contabilizadas. Além disso, ao serem consideradas em equivalente de dióxido de carbono, usando as equivalências do Protocolo de Quioto (GWP – Potencial de Aquecimento Global), podem reduzir significativamente o impacto atribuído ao uso do álcool. O balanço de carbono neste tipo de unidade é relevante na demonstração da política brasileira para atenuar o efeito estufa.

O balanço de carbono das usinas de álcool para 2002 é mostrado na Tabela 15 e apresenta um saldo negativo de 27% em massa de carbono. O mesmo acontece para os anos selecionados, como pode ser visto na Figura 1 e Tabela 1.

Tabela 15 - Balanço de Energia e Carbono nas Destilarias em 2002

	ENERGIA	MASSA C		
	mil tep	mil t (Gg)	tC/tep	tC/TJ
ENTRADA	6701	5609		
CALDO DE CANA	4797	4016	0,837	20,0
MELACO	1904	1594	0,837	20,0
OUTRAS RECUPER.	0	0		
SAÍDA	6586	4083	0,620	
ALCOOL ANIDRO	3759	2330	0,620	14,8
ALCOOL HIDRAT.	2828	1753	0,620	14,8
SALDO DO BALANÇO	-115	-1527		
SALDO DO BALANÇO (%)	-1,7%	-27,2%		

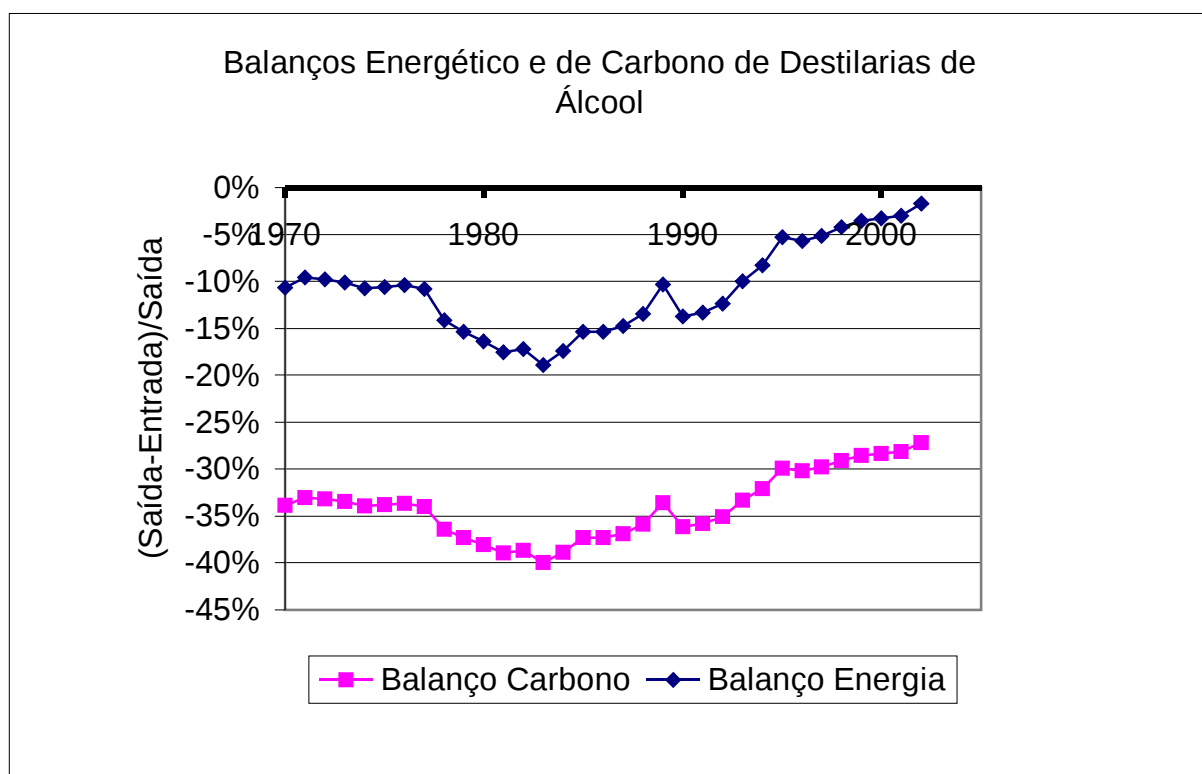


Era de se esperar que nas destilarias houvesse um saldo negativo no balanço, uma vez que o vinhoto, que contem compostos orgânicos, não entra no balanço. Como esse rejeito pode ter uma contribuição às emissões, inclusive de metano, seria conveniente incluí-lo no balanço de carbono.

Por outro lado, os coeficientes de emissão usados para o caldo de cana e para o melaço basearam-se em valores genéricos recomendados para fontes de biomassa na metodologia do IPCC. Também os coeficientes do álcool anidro e hidratado – usados na abordagem “Top-Down” do inventário – basearam-se no fator de emissão médio da frota nacional, calculado a partir de medidas da CETESB em veículos.

Tratando-se de composto de composição conhecida, o fator de emissão – que relaciona a massa de carbono com a energia – pode ser obtido com boa aproximação a partir da composição do álcool¹¹. O uso deste fator, baseado no álcool etílico puro, “fecharia” o balanço com melhor aproximação.

Figura 15 - Saldo do balanço de energia e de carbono para as destilarias, que apresenta para o carbono um grande déficit no produto formado.



¹¹ Para o álcool etílico, o valor de “handbok” do poder calorífico inferior (PCI) é 6621 kcal/kg ou 0,027712 TJ/t. Isto corresponde, para o álcool etílico, 36,085 t/TJ. Tratando-se do composto C₂H₅OH, tem-se 24/46 x 36,085 tC/TJ ou 18,8 tC/TJ. O valor do PCI fornecido pelo BEN para o álcool anidro é 6750 kcal/TJ, que daria 18,5 tC/TJ

**Tabela 16** - Balanço de Massa de Carbono em Destilarias para Anos Selecionados

	1970	1980	1990	1994	1999	2002
ENTRADA	304	1928	5718	5885	5872	5609
CALDO DE CANA	68	1498	5009	4970	4464	4016
MELACO	235	410	675	884	1409	1594
OUTRAS RECUPER.	0	19	33	32	0	0
SAÍDA	201	1194	3652	3995	4194	4083
ALCOOL ANIDRO	77	720	281	926	2043	2330
ALCOOL HIDRAT.	124	474	3371	3069	2151	1753
SALDO DO BALANÇO	-103	-734	-2066	-1890	-1678	-1527
SALDO DO BALANÇO (%)	-33,8%	-38,1%	-36,1%	-32,1%	-28,6%	-27,2%

A cana de açúcar - sem contar pontas e folhas - é hoje a segunda maior fonte de energia primária pelos critérios do BEN, correspondendo a 13% em energia, tendo superado a lenha e a energia hídrica (correspondência calorífica). A participação em massa de carbono é ainda maior (18% do total). O tratamento do balanço de carbono (e do de energia) deveria, em futuras abordagens, merecer atenção especial.

4.7 Demais Centros de Transformação

Nos demais centros de transformação (carvoarias e centrais elétricas), as emissões de gases lançados na atmosfera são contabilizadas nas próprias unidades e é necessária sua quantificação para estabelecer o balanço de carbono. Isto será feito no que se segue, juntamente com os setores de consumo.

5 - Contabilidade das Emissões

O programa benemis_e, elaborado anteriormente e atualizado para incluir o ano de 2002 dentro do presente convênio, permite quantificar as emissões por tipo de combustível nos vários setores. O Anexo 4 apresenta o resultado para as emissões dos gases CO₂, CO, CH₄, e NMOVCs, que contêm carbono além de N₂O e NO_x que não interessam para o balanço de carbono. Para fazê-lo, utiliza coeficientes obtidos a partir do uso dos dados de consumo e transformação do BEN e das apurações tipo “Bottom-Up” realizadas para o inventário. Estes coeficientes foram elaborados a partir do resultado do inventário e fornecidos à equipe da e&e por Branca Americano. Posteriormente, houve uma verificação dos resultados gerados pelo programa e algumas discrepâncias corrigidas.

É possível elaborar com o programa benemis_e, para cada tipo de gás emitido e por “conta” (setor de consumo e alguns centros de transformação), tabelas e gráficos para acompanhar, para os diversos

¹² Dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano e outros compostos orgânicos voláteis afora o metano (Non-Methane Volatile Organic Compounds)

¹³ Óxido nitroso e outros óxidos de nitrogênio (afora N₂O).



combustíveis e “contas”, a energia e as emissões por tipo de gás de interesse no efeito estufa. Os resultados são mostrados no Anexo 4.

Na presente edição, o programa `benemis_e` foi incrementado e passou a fornecer o carbono contido nos energéticos (antes das emissões), os resultados das aproximações “Top-Down” e “Bottom-Up” em carbono emitido e a diferença absoluta e relativa entre os valores para os dois métodos.

No caso da aproximação “Bottom-Up” parte-se das massas do carbono contido em cada um dos gases envolvidos, obtidos a partir da própria constituição química e das massas atômicas dos gases emitidos. No caso dos NMVOCs, foi feita uma suposição simples sobre a relação massa de carbono / massa total usada (baseada no carbono contido no cetano). Os coeficientes empregados foram os seguintes:

CO_2 ($12/44=0.2727$), CO ($12/28=0.4286$), CH_4 ($12/16=0.75$) e NMVOC (0,8)

A soma das massas de carbono obtida, para cada gás, pela aplicação desses coeficientes pode ser comparada à massa obtida no processo “Top-Down”, que é a massa líquida de carbono (excluída a retida nos usos não energéticos) multiplicada pelo fator de oxidação. Os dois valores deveriam ser iguais.

Pode haver dúvida se os não óxidos (CH_4 e NMVOC) estariam incluídos no fator de oxidação usado na metodologia “Top Down:”. As indicações do IPCC (Revised 1996 IPC Guidelines) são de que se trata de carbono não oxidado no momento do uso nem posteriormente na atmosfera. O resíduo que se quer excluir das emissões é o constituído por cinzas (não degradáveis) ou o carbono fixado em algum equipamento ou produto.

Portanto, é com o valor corrigido das retenções que deve ser comparado o valor das emissões, calculado setorialmente a partir das emissões obtidas em equipamentos de uso e transformação. Para fazê-lo, é necessário estender a técnica “Top-Down” a toda a matriz de consumo e nas transformações onde houver emissões computadas nas respectivas unidades.

5.1 Extensão da Abordagem “Top-Down” aos dados setoriais do BEN.

Na abordagem “Top-Down” busca-se detectar as emissões associadas ao consumo aparente de combustíveis primários e secundários em um país. No caso de produtos secundários, a produção interna não é considerada, pois provêm da fonte primária já considerada. Como foi visto, isto corresponde ao valor totalizado na linha do BEN “oferta interna bruta”. Uma avaliação das emissões provenientes das perdas pode ser feita à parte. A expressão inglesa para designar a metodologia corresponde exatamente ao procedimento adotado por quem toma por base uma tabela de balanço energético consolidado na disposição em que essas informações estão contidas. No caso do balanço brasileiro esta abordagem alcança até a oitava das 46 linhas que correspondem às “contas” do balanço energético.



A idéia do balanço de carbono realizado neste trabalho corresponde a:

- Levantar o conteúdo de carbono dos combustíveis que integram o balanço energético
- Testar a coerência do balanço dos centros de transformação onde as emissões não são computadas
- Estender essa abordagem “de cima para baixo” (Top-Down) até o final da tabela, abrangendo os setores de transformação e consumo,
- Comparar os resultados obtidos com os valores “reconstituídos” usando coeficientes (emissão / energia contida) extraídos das avaliações do inventário que usou a metodologia “Bottom-Up”

A extensão do processo “de cima para baixo” ao conjunto dos energéticos faz parte, pois, do balanço de carbono. Parte-se do fato de que naquele enfoque está implícito, ao aplicar-se a uma matéria prima um fator de oxidação, que ele possa representar a média de oxidação dos combustíveis em sua utilização direta. Ou seja, ao supor que 1% do carbono proveniente do petróleo não é oxidado implica que o mesmo acontece para a média dos derivados. Nessa extensão do conceito, supõe-se que todos os derivados (gasolina, óleo combustível, diesel, GLP, etc...) tenham 1% de seu carbono não oxidado. Isto já estava implícito no método original pelo fato de que, ao fazer a subtração das exportações líquidas, adotava-se esta suposição. Naturalmente esta suposição não reflete exatamente a realidade, já que não há razão de supor que – para considerar casos extremos – o óleo combustível se oxide da mesma maneira que o GLP, cuja oxidação deve estar muito mais próxima do valor para o gás natural (99,5% de emissão e 0,5% não oxidado). Na realidade, os desvios detectados no processo foram de tal ordem que mesmo a comparação com o carbono contido já seria útil para o diagnóstico que se busca fazer.

O fator de oxidação proposto para a matéria prima (energia primária) foi aplicado aqui a todos os derivados (energia secundária) nas etapas de consumo e na transformação, quando são computadas emissões diretas (carvoarias e geração de eletricidade em centrais de uso público e autoprodutoras).

Esta aproximação permite gerar um conjunto de dados em emissões esperadas por setor de consumo e por energético e confrontar estes valores com as emissões esperadas a partir das avaliações setoriais no processo “de baixo para cima”, chamado de “Bottom-Up”. Como é de se esperar que os valores baseados nas duas metodologias sejam coerentes, o confronto deles em um balanço de carbono é um bom teste para as estimativas efetuadas. Uma análise dos dados para consumo pode – como já aconteceu no caso das transformações – identificar melhoramentos a serem introduzidos nos levantamentos por uma ou outra metodologia.

Foram geradas neste trabalho planilhas na abertura “49x46”¹⁴ das emissões esperadas pela extensão do conceito “Top-Down” utilizando-se a planilha para energia final em “tep novo” (de 10000

¹⁴ Na realidade, como as emissões estão restritas a parte do consumo e das transformações, com emissões diretamente computadas, foram apuradas 31 linhas mas o formato original foi mantido.



Mcal). Essas podem ser comparadas diretamente com os resultados que buscam reproduzir os resultados da metodologia “Bottom-Up”.

Os resultados foram obtidos usando-se o programa benemis adaptado para fornecer os valores do balanço de carbono em sua planilha “Emissões no Ano”. Um programa capaz de gerar gráficos completos ao longo do tempo, a exemplo do que já existe para os gases emitidos e para a energia, pode ser construído a partir da estrutura existente.

O Anexo 5 apresenta, para anos escolhidos, os valores obtidos para as duas abordagens com críticas automáticas (por intermédio de cores) para os resultados do balanço. No que se segue, destacamos alguns resultados.

5.2 Reconstituição do Processo Bottom-Up por Coeficientes.

A metodologia e os resultados da reconstituição do processo “Bottom-Up” acham-se expostas no Anexo 4 obtidos para o período 1997 a 2002. Além disto, o programa benemis proporciona uma série de saídas que possibilitam gerar tabela e gráficos para períodos escolhidos e em diversas desagregações. Ele foi elaborado anteriormente à publicação definitiva dos resultados do inventário (novembro de 2004) e ainda não haviam sido comparados com eles.

Esta comparação é necessária, já que intenção é comparar os resultados obtidos usando-se as duas metodologias. Para a metodologia “Top-Down” os cálculos foram inteiramente refeitos neste trabalho e mostraram-se coerentes com os resultados anteriores. Para a reconstituição dos resultados do “Bottom-Up” foram usados coeficientes gerados a partir dos estudos que compõem a Comunicação Brasileira Inicial.

Os valores por “conta” são comparados na e revelam uma boa concordância para os setores de consumo. As divergências detectadas na Transformação e no Setor Energético são principalmente devidas à interpretação do item “outras primárias” do BEN que foram aqui consideradas como renováveis, a menos das produzidas em transformações nas plantas de gás natural e refinarias. A comparação sugere a conveniência de uma revisão no critério e uma modificação necessária no programa benemis. Observe-se que um dos resultados esperados para o presente trabalho é justamente a correção dos coeficientes utilizados e da alocação das emissões no programa.



Tabela 17 - Emissões de CO₂ por Setor (mil Gg/ano) - Sem CO₂ da Biomassa Comparação entre Resultados do Programa benemis e os do Inventário.

	1990 <i>benemis</i>	1990 Inventário	Diferença %	1994 <i>benemis</i>	1994 Inventário	Diferença %
TRANSFORMAÇÃO	8,5	9,1	7,1%	10,3	10,8	5,4%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	4,8	5,5	14,1%	5,5	6,2	12,0%
SETOR ENERGÉTICO	12,4	13,8	11,6%	13,1	14,8	12,5%
RESIDENCIAL	13,7	13,8	0,7%	15,2	15,2	0,0%
COMERCIAL	2,0	2,0	0,0%	1,6	1,6	-0,1%
PÚBLICO	0,5	0,5	0,0%	2,0	2,0	0,0%
AGROPECUÁRIO	10,1	10,0	-1,0%	12,5	12,5	0,0%
TRANSPORTES	81,4	82,0	0,7%	93,3	94,3	1,1%
INDUSTRIAL	60,9	61,6	1,3%	73,6	74,1	0,6%
TOTAL GERAL	194	198	2,1%	227	231	1,9%

Comparação baseada na Tabela 3.1.5 da Declaração Brasileira

A mesma comparação pode ser feita no que concerne às emissões por energéticos. De novo surgem problemas com a interpretação das agregações. Nos combustíveis em que é possível trabalhar nas emissões com a mesma abertura do BEN não existem dificuldades, como pode ser visto nas dez primeiras linhas da Tabela 18. É natural, aliás, que exista uma perfeita concordância entre os resultados, considerando que se está fazendo o caminho inverso do empregado na obtenção dos coeficientes. Apenas as correções posteriores nos dados energéticos ou de emissões justificam algumas discrepâncias; o restante deve ser atribuído a erros de programação ou de transcrição dos coeficientes,

É nas agregações de energéticos que se verificam as diferenças: para outras secundárias de petróleo (tomadas como correspondendo a coque de petróleo, gás de refinaria e outros secundários de petróleo na lista da Declaração Brasileira) e Outros do carvão mineral (alcatrão e gás de coqueria na referida declaração) são registradas diferenças percentuais importantes. No item “outros fósseis” existe o problema de alocação, no presente trabalho, destas fontes como recuperáveis. Já o inventário registra parte delas como fósseis mas não as identifica¹⁵. A diferença não é quantitativamente importante, mas deve ser averiguada.

¹⁵ Alega-se para a escolha do coeficiente genérico usado (igual a do petróleo) na aproximação “Top-Down” a não identificação da natureza dessas fontes.



Tabela 18 - Comparação das Emissões de CO₂ Reconstituídas com o Programa benemis e as do Inventário (Método “Bottom-Up”) – mil Gg/ano – Anos 1990 e 1994

	1990 <i>benemis</i>	1990 Inventário	Diferença %	1994 <i>benemis</i>	1994 Inventário	Diferença %
GASOLINA	21,6	21,6	0,0%	26,8	26,8	0,0%
QUEROSENE	6,2	6,2	0,0%	6,4	6,4	0,0%
ÓLEO DIESEL	66,0	65,7	0,6%	75,1	75,1	0,0%
ÓLEO COMBUST.	32,9	32,9	0,0%	36,4	36,4	0,0%
GLP	14,4	14,4	0,0%	16,0	16,0	0,0%
NAFTA	3,0	3,0	1,1%	3,7	3,7	1,0%
CARVÃO VAPOR	7,6	7,6	0,0%	7,6	7,7	-0,1%
CARVÃO MET.	0,0	0,0		1,0	1,0	0,2%
COQUE C. MIN.	22,9	22,9	0,0%	30,0	30,0	0,0%
GÁS NATURAL	6,4	6,4	0,0%	7,9	7,9	-0,1%
O.SEC. PETR.	7,7	8,6	-10,3%	10,4	11,4	-8,8%
GÁS	0,7	0,6	17,1%	0,3	0,3	1,0%
OUTROS CM	4,5	6,4	-30,0%	5,1	7,1	-28,9%
NÃO E. PET.	0,4	1,1	-66,5%	0,3	1,0	-72,0%
OUTRAS FÓSSEIS		0,6	-100,0%		0,6	-100,0%
TOTAL	194,3	198,0	-1,8%	227,1	231,4	-1,9%

Como o inventário não registra as emissões de CO₂ da biomassa, as emissões de CH₄ obtidas no Programa benemis foram comparadas com as do inventário. A coincidência é a esperada (muito boa). A exceção (similar aos casos anteriores) está relacionada ao item “outros” onde os critérios de agregação podem ser diferentes.

Tabela 19 - Comparação das Emissões de CH₄ Reconstituídas com as do Inventário (Método “Bottom-Up”) – Gg/ano – Anos 1990 e 1994

	1990 <i>benemis</i>	1990 Inventário	Diferença %	1994 <i>benemis</i>	1994 Inventário	Diferença %
Lenha	250,7	251	-0,1%	214,5	215	-0,2%
Carvão Vegetal	51,4	51	0,8%	44,7	45	-0,7%
Bagaço	14,7	15	-2,0%	19,0	19	0,0%
Outras	0,8	1	1,2%	0,9	1	9,3%
Etanol	1,7	2	0,0%	1,8	2	0,0%
Total Biomassa	319,3	320	-0,1%	280,9	282	-0,3%

Conclui-se da comparação que os valores gerados pelo programa podem ser tomados como representativos do enfoque “Bottom-Up” e dos resultados do Inventário.



5.3 Comparação das Emissões pelos dois Métodos

O programa benemis permite obter tabelas sintéticas agrupando energéticos e setores da economia. No caso da versão benemis_c_eee os dados de carbono contido, emissões pelos dois processos e comparação entre elas também podem ser obtidos para cada ano.

A Tabela 20 mostra os valores do carbono contido, sem descontar as emissões, para os principais setores de consumo e fontes de energia agrupadas por origem¹⁶.

Tabela 20 - Carbono Contido nos Combustíveis Utilizados em Gg/ano, Ano 1990

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	575,0	304,2	7214,2	91,6	8185,0
SETOR ENERGÉTICO	534,5	8393,0	2980,8	284,2	12192,5
RESIDENCIAL	2,8	10357,7	3816,8	0,0	14177,3
COMERCIAL	0,6	176,3	576,4	0,0	753,3
PÚBLICO	1,1	5,1	139,7	0,0	145,9
AGROPECUÁRIO	0,0	2721,8	2768,2	0,0	5490,0
TRANSPORTES (TOTAL)	1,1	3632,5	22391,8	5,8	26031,3
INDUSTRIAL (TOTAL)	886,6	17065,0	7515,3	8479,7	33946,6
Consumo Final (*)	1426,7	42351,3	40189,1	8769,8	92736,9

(*) Exclui Transformação

Nas tabelas seguintes as emissões apuradas pelos métodos “Top-Down” (Tabela 21) e “Bottom-Up” (Tabela 22) são comparadas na forma agregada. A Tabela 23 ilustra o procedimento usado para a comparação: as discrepâncias relativas das duas apurações são indicadas por cores com limiares fixados pelos percentuais dos desvios (branco para discrepâncias inferiores a 0,1% ou valores nulos, verdes para diferenças entre 0,1% e 10%, amarelo entre 10 e 30% e vermelho acima de 30%). A aplicação nas tabelas agregadas adiciona uma dificuldade a mais, que é o critério de agregação por combustível de origem. No caso de gases, por exemplo, o “de cidade” teve, ao longo do tempo diferentes origens e na estrutura usual do BEN ele é apresentado juntamente com o gás de coqueria. Na alocação por origem atual do programa ele é registrado como de carvão mineral.

¹⁶ Para os centros de transformação as massas obedecem à padronização do BEN onde os valores são representados como negativos quando usados na transformação e positivos quando produzidos. A apresentação de resultados agregados não faz muito sentido neste caso.



Tabela 21 - Emissões de Carbono em Gg/ano (1990) – Método “Top_Down”

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	48	6997	1112	1119	9277
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	358	0,0	1122	0,0	1480
SETOR ENERGÉTICO	532	7386	2951	281	11150
RESIDENCIAL	2,8	9553	3779	0,0	13334
COMERCIAL	0,6	192	571	0,0	763
PÚBLICO	1,1	6,7	138	0,0	146
AGROPECUÁRIO	0,0	2402	2741	0,0	5142
TRANSPORTES (TOTAL)	1,1	3596	22168	5,7	25771
INDUSTRIAL (TOTAL)	882	18879	7440	8319	35520
Consumo Final (*)	1419	42014	39787	8606	91826
TOTAL GERAL	1825	49012	42021	9725	102583

Tabela 22 - Emissões por Setor e por Grupo de Combustíveis - Ano:1990 - Gg /ano “Bottom-Up”

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	46	8115	1116	1155	10431
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	362	0,0	920	29	1311
SETOR ENERGÉTICO	493	7662	2896	0,5	11052
RESIDENCIAL	2,7	11270	3663	86	15021
COMERCIAL	0,5	200	525	33	759
PÚBLICO	1,1	7,1	132	4,6	145
AGROPECUÁRIO	0,0	2679	2743	0,0	5421
TRANSPORTES (TOTAL)	1,1	4337	24799	5,8	29143
INDUSTRIAL (TOTAL)	832	19588	7365	8437	36222
Consumo Final (*)	1330	45744	42124	8566	97763
TOTAL GERAL	1738	53858	44160	9749	109505



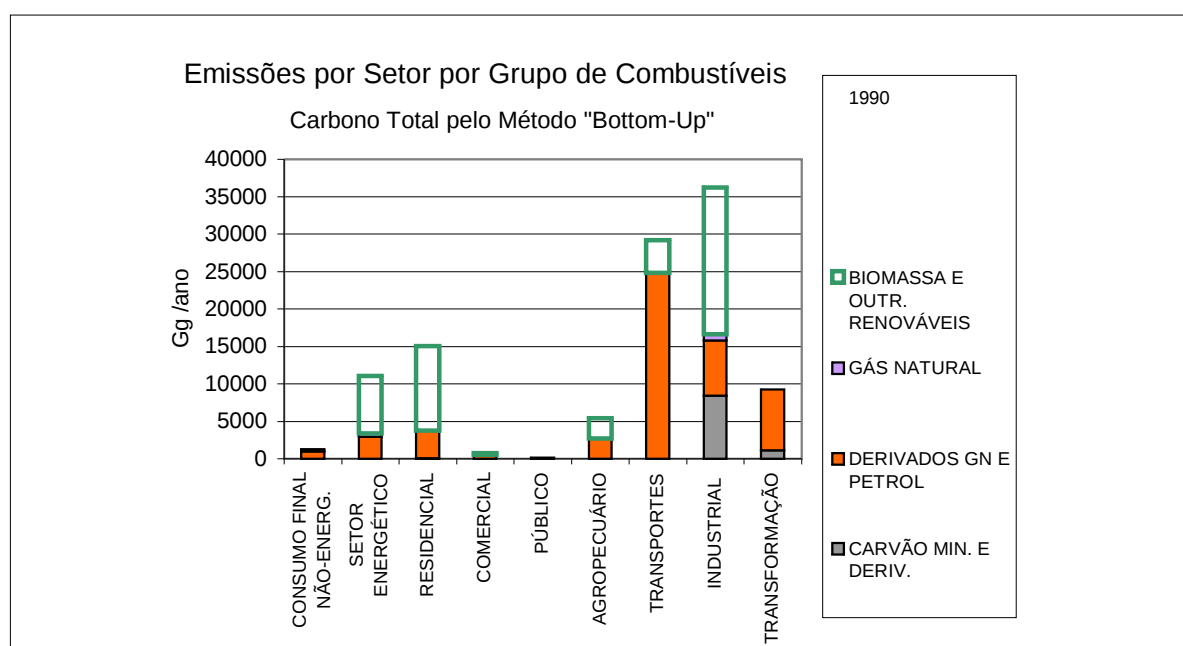
Tabela 23 - Comparação dos Resultados pelos dois Processos, a diferença percentual referida aos dados “Bottom-Up” (cores classificam os desvios)

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	-5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1,2%		-18,0%		-11,4%
SETOR ENERGÉTICO	-7,3%	3,7%	-1,9%	-99,8%	-0,9%
RESIDENCIAL	-5,2%	18,0%	-3,1%		12,7%
COMERCIAL	-5,2%	4,4%	-7,9%		-0,6%
PÚBLICO	-5,2%	5,2%	-4,6%		-1,0%
AGROPECUÁRIO		11,5%	0,1%		5,4%
TRANSPORTES (TOTAL)	-4,0%	20,6%	11,9%	1,2%	13,1%
INDUSTRIAL (TOTAL)	-5,7%	3,8%	-1,0%	1,4%	2,0%
Consumo Final (*)	-6,3%	8,9%	5,9%	-0,5%	6,5%
TOTAL GERAL	-4,8%	7,6%	5,1%	-0,1%	5,6%

A identificação dos problemas fica mais fácil quando se examinam as diferenças por combustível e em uma maior desagregação de contas. Isto será feito em seguida. Preliminarmente, vale observar que na Tabela 23 as casas em vermelho para o carvão mineral identificam problemas de alocação ao combustível de origem, notadamente o gás. Alguns desvios assinalados para a biomassa devem advir de dificuldades já detectadas na transformação.

A Figura 16 mostra as emissões, por setor e por combustível de origem, apuradas a partir de coeficientes gerados no processo “Bottom-Up”. O Setor de Transportes é o maior responsável pela emissão de carbono originário de fontes fósseis.

Figura 16 - Valores de carbono emitido por setor e por combustível de origem.





As tabelas seguintes ilustram as saídas obtidas para apuração do balanço de carbono (ano 1990) e são usadas para analisar os problemas existentes.

As duas primeiras (Tabela 24 e Tabela 25) mostram o conteúdo de carbono original dos combustíveis usados para as transformações e consumo. Nas transformações, as massas negativas assinalam (como no BEN) a absorção de um energético que é transformado em outro assinalado com entrada positiva na mesma linha. Para os centros de transformação onde as emissões não são computadas (Refinarias de Petróleo, Plantas de Gás natural, Usinas de Gaseificação, Coquerias, Destilarias e Outras Transformações), a coluna “Total” da direita assinala as imperfeições no balanço de carbono. Mais adiante, usando os resultados contidos das tabelas que se seguem será possível completar o balanço de carbono das demais unidades de transformação.

A Tabela 26 apresenta as emissões obtidas pela reconstituição da apuração “Bottom-Up” e a Tabela 27 as obtidas através do processo “Top-Down”. As seguintes (Tabela 28 e Tabela 29) apresentam a crítica dos valores em relação aos valores percentuais do desvio em relação ao valor “Bottom-Up” e em relação à emissão total.



Tabela 24 – Conteúdo de Carbono por Atividade e por Energético (Consumo Final)

Consumo de Carbono por Atividade e por Energético (Consumo Final) - Ano 1990 - Gg/ano																				
GÁS NATU- RAL	CAP- VÃO VAPOR	CAP- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C-MIN.	CARV- VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL	SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL		
CONSUMO FINAL	2002	1071	0	19568	14099	1250	17708	8574	5922	4095	4150	1789	1263	6573	7080	3934	2369	188	105046	
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG. SETOR	575	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4150	67	0	0	0	304	188	92	8185	
ENERGÉTICO	534	0	0	0	8393	0	362	1462	0	15	0	3	285	0	0	0	1139	0	12193	
RESIDENCIAL	3	0	0	9981	0	0	0	0	0	3591	0	105	121	0	800	0	0	0	14581	
COMERCIAL	1	0	0	143	0	0	33	254	0	243	0	0	46	0	66	0	0	0	787	
PÚBLICO	1	0	0	3	0	0	70	48	0	12	0	1	6	0	4	0	3	0	148	
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2715	0	0	2745	23	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5497	
RODOVIÁRIO	1	0	0	0	0	0	13513	0	5883	0	0	0	0	0	0	3629	0	0	23026	
FERROVIÁRIO	0	6	0	3	0	0	442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	451	
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	1595	0	0	0	0	0	0	1605	
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	273	676	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	949	
CIMENTO	26	630	0	3	0	35	9	867	0	0	0	1	0	0	438	0	4	0	2013	
FERRO-GUSAE AÇO	213	22	0	0	0	0	36	339	0	17	0	9	760	6322	5463	0	0	97	13267	
FERRO-LIGAS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	33	453	0	0	0	504	
MINERAÇÃO E PELOTIZ	67	0	0	0	0	0	66	418	0	1	0	3	0	126	43	0	0	0	715	
NÃO-FER E OUT METAL	17	0	0	47	0	0	0	346	0	11	0	0	0	92	318	0	483	0	1235	
QUÍMICA	209	103	0	273	51	0	19	1403	0	7	0	0	1	0	40	0	631	0	2738	
ALIMENTOS E BEBIDAS	84	116	0	2459	5588	0	16	644	0	13	0	7	11	0	0	0	0	0	8939	
TÊXTIL	33	4	0	194	0	0	2	393	0	3	0	4	2	0	4	0	0	0	640	
PAPELE	35	143	0	941	62	1168	16	477	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2849	
CELULOSE	39	38	0	1953	0	47	5	355	0	23	0	1	6	0	16	0	0	0	2482	
CERÂMICA	109	10	0	873	5	0	101	737	0	39	0	20	19	0	20	0	2	0	1995	
OUTRAS INDÚSTRIAS																				
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	130	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	248	



Tabela 25 - Conteúdo de Carbono por Atividade e por Energético (Transformação)

Conteúdo de Carbono por Atividade e por Energético (Transformação) -- Ano 1990 - Gg/ano																						
PETRO- LEO	GAS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	CAN- LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	OIL- DIE- SEL	OIL- COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	OUERO- SENE	GAS	COQUE C. MIN.	CARV- VEGE- TAL	ALCOOL ETIL	O SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL			
TRANSFORMAÇÃO	-50711	-851	-1039	-8143	-16145	-6178	-530	17390	10163	7450	3114	4004	2237	1317	6745	8094	3652	2674	202	-13593		
REFINARIAS DE PETRÓLEO	-50711	0	0	0	0	0	-96	17804	10785	7096	2504	5254	2237	0	0	0	0	2143	0	-22		
PLANTAS DE GÁS NATURAL	0	-605	0	0	0	0	0	0	0	134	394	3	0	0	0	0	0	0	0	-75		
USINAS DE GASEIFICAÇÃO	0	-109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-137	0	252	0	0	0	0	0	6		
COQUEIRIAS	0	0	0	-8143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1144	6745	0	0	0	225	-29		
CICLO DO COMB. NUCLEAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CENTRAIS ELET. SERV. PÚB.	0	-3	-1016	0	0	0	0	-386	-251	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1656		
CENTRAIS ELET. AUTOPROD.	0	-45	-23	0	-151	-494	-496	-97	-372	0	0	0	0	-79	0	0	0	-18	-23	-1798		
CARVOARIAS	0	0	0	0	-15994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8094	0	0	0	-7899		
DESTILARIAS	0	0	0	0	0	-5684	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3652	0	0	-2066		
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0	-89	0	0	0	0	109	70	0	220	216	-1117	0	0	0	0	0	549	0	-42		



Tabela 26 - Emissões por Atividade e por Energético (Consumo Final e Transformação) – Método “Bottom-Up”

Emissões por Atividade e por Energético (Consumo Final e Transformação) – Método “Bottom-Up” – 1990 - Qg/ano																			
	GÁS NATU- RAL	COQUE MET.	LE- NHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DESEL	ÓLEO COM- BUST	GASO- UNA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C.MIL	COQUE METAL	ÁLCOOL ETL	ÓSEC PETR	ALCA- TRAO	TOTAL	
CONSUMO FINAL	1692	9058	0	10341	12874	1380	17657	8378	8050	3042	822	1710	181	6006	7810	4334	2088	1089	90074
CONSUMO FINAL NÃO ENERG.	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	822	0	0	0	0	0	0	29	1311
SETORENERGÉTICO	483	0	0	0	7662	0	362	1447	0	15	0	3	1	0	0	1070	0	0	11052
RESIDENCIAL	3	0	0	10435	0	0	0	0	3559	0	0	104	86	0	944	0	0	0	13021
COMERCIAL	1	0	0	130	0	0	33	251	0	241	0	0	33	0	70	0	0	0	759
PÚBLICO	1	0	0	3	0	0	69	48	0	12	0	1	5	0	4	3	0	0	145
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2663	0	0	2719	23	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5421
RODOVIÁRIO	1	0	0	0	0	0	13778	0	7998	0	0	0	0	0	0	4384	0	0	28111
FERROVIÁRIO	0	6	0	3	0	0	460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	459
AÉREO	0	0	0	0	0	0	278	688	0	0	0	1555	0	0	0	0	0	0	1007
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	906
CIMENTO	24	623	0	2	0	43	9	859	0	0	0	1	0	0	443	0	4	0	2009
FERRO-GUSAE AÇO	202	21	0	0	0	0	35	336	0	17	0	9	7	6027	5528	0	0	1060	13241
FERRO-LIGAS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	31	468	0	0	0	515
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	53	0	0	0	0	0	65	415	0	1	0	3	0	120	43	0	0	0	701
NÃO-FER E OUT.METAL	16	0	0	46	0	0	0	348	0	11	0	0	0	88	322	0	384	0	1207
QUÍMICA	196	101	0	247	46	0	19	1368	0	7	0	0	1	0	41	0	624	0	2070
ALIMENTOS E BEBIDAS	79	115	0	2226	5104	0	16	637	0	13	0	7	8	0	0	0	0	0	8205
TÊXTEL	31	4	0	175	0	0	2	389	0	3	0	4	2	0	4	0	0	0	615
PAPELE E CELULOSE	33	141	0	850	57	0	15	472	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2846
CERÂMICA	37	37	0	1779	0	68	5	352	0	22	0	1	4	0	16	0	0	0	2321
OUTRAS INDÚSTRIAS	158	10	0	732	5	0	100	730	0	38	0	20	13	0	20	2	0	0	1886
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AJUSTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	46	1026	0	7107	451	556	462	616	0	0	0	0	0	0	0	18	129	0	10431
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	3	1004	0	0	0	0	385	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1640
CENTRAIS ELET.AUTOP.ROD.	43	22	0	137	451	556	97	388	0	0	0	0	0	0	0	18	129	0	1820
CARVÓARIAS	0	0	0	6971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6971

Tabela 27 - Emissões por Atividade e por Energético (Consumo Final e Transformação) – Método “Bottom-Up”

Consumos por Atividade por Energéticos Método Top-Down 7 1990 - Gg/ano																		
GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANVA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DE SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NATGA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C.MIN.	CARV- VEGE TAL	ALCOOL ETIL	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
1777	1050	0	17210	12407	1200	17531	8489	5883	4054	830	1705	232	6442	7604	3593	0	96	93551
CONSUMO FINAL																		
CONSUMO FINAL																		
NAO-ENERG.																		
358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	830	0	0	0	0	0	0	0	1480
ENERGETICO																		
532	0	0	0	7386	0	359	1447	0	14	0	3	0	0	0	0	0	0	11150
RESIDENCIAL																		
3	0	0	8761	0	0	0	0	0	3555	0	104	120	0	792	0	0	0	13334
COMERCIAL																		
1	0	0	126	0	0	33	252	0	241	0	0	45	0	66	0	0	0	763
PÚBLICO																		
1	0	0	3	0	0	69	48	0	12	0	1	6	0	4	0	0	0	146
AGROPECUARIO																		
0	0	0	2387	0	0	2717	23	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	5142
RODOVIÁRIO																		
1	0	0	0	0	0	13378	0	5824	0	0	0	0	0	0	3593	0	0	22796
FERROVIÁRIO																		
0	6	0	3	0	0	437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446
AEREO																		
0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	1550	0	0	0	0	0	0	1589
HIDROVIÁRIO																		
0	0	0	0	0	0	270	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940
CIMENTO																		
26	617	0	2	0	31	9	858	0	0	0	1	0	0	434	0	0	0	1983
FERRO-GUSA E																		
212	21	0	0	0	0	35	336	0	17	0	9	5	6196	5408	0	0	96	13072
AÇO																		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	32	448	0	0	0	409
FERRO-LIGAS																		
57	0	0	0	0	0	65	414	0	1	0	3	0	124	42	0	0	0	707
MINERAÇÃO E																		
17	0	0	42	0	0	0	343	0	11	0	0	0	90	315	0	0	0	1216
PELOTIZ																		
208	101	0	240	45	0	19	1389	0	7	0	0	1	0	40	0	0	0	2674
QUÍMICA																		
ALIMENTOS E																		
84	114	0	2162	4918	0	16	637	0	13	0	7	11	0	0	0	0	0	7962
BEBIDAS																		
33	4	0	171	0	0	2	389	0	3	0	4	2	0	4	0	0	0	812
TÊXTIL																		
PAPEL E																		
35	140	0	828	55	1128	15	473	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2679
CELULOSE																		
39	37	0	1717	0	41	5	352	0	22	0	1	6	0	16	0	0	0	2236
CERÂMICA																		
OUTRAS																		
168	9	0	767	5	0	100	730	0	38	0	20	18	0	20	0	0	0	1878
INDÚSTRIAS																		
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO																		
0	0	0	0	0	0	0	129	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	245
TRANSFORMAÇÃO																		
3	0	9553	3779	0	13334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRAIS																		
ELET.SERV.PUB.																		
3	996	0	0	0	0	382	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1630
CENTRAIS																		
45	22	0	133	435	467	96	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	1675
ELET.AUTOPROD.																		
0	0	0	5972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5972
CARVOARIAS																		
1780	1050	9553	20659	12407	14635	17531	8489	5883	4054	830	1705	232	6442	7604	3593	0	96	93551
TOTAL																		



Tabela 28 - Balanço de Carbono: Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” (valores relativos ao 2º)

Balanço de Carbono 1990: Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” (valores relativos ao 2º)

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	CAR- VÃO	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DE SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV- VEGE- TAL	ALCOOL ETIL	O SEC. PETR.	ALÇA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-4,8%	0,8%	0,0%	0,0%	12,4%	3,8%	15,4%	2,4%	-1,3%	-3,3%	-2,8%	-0,9%	0,3%	-22,0%	-2,7%	2,7%	20,6%	0,0%	159,0%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ENERGÉTICO	-7,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	-30,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	-6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	19,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	-6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	-6,2%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,5%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	-3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,6%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	1,2%	0,0%	0,0%	2,8%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AEREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-3,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CEMENTO	-8,3%	1,0%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%	36,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	36,7%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	159,2%	0,0%
FERRO-GUSA	-6,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-36,5%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÁÇO	-6,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-LIGAS	-7,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO	-6,1%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PELOTIZ- NÃO-FER	-6,1%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-6,2%	0,7%	0,0%	0,0%	2,9%	3,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	-28,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS	-6,2%	0,7%	0,0%	0,0%	2,9%	3,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	-28,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BEBIDAS	-6,2%	1,1%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTEL	-6,5%	0,6%	0,0%	0,0%	2,7%	3,8%	13,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	109,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL	-6,3%	0,7%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%	69,8%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	-27,5%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-6,7%	0,6%	0,0%	0,0%	3,2%	3,7%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-28,3%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	-6,1%	0,8%	0,0%	0,0%	16,4%	3,7%	21,6%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-40,1%	12,4%
TRANSFORMAÇÃO	-6,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CENTRAIS	-6,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
ELET SERV/PUB.	-6,1%	0,4%	0,0%	0,0%	2,7%	3,7%	21,6%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-40,1%	8,6%
CENTRAIS	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	19,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ELET AUTOPROD.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CARVARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 29 - Valores das Diferenças no Balanço de Carbono Relativas à Emissão Total

Valores das Diferenças no Balanço de Carbono Relativas à Emissão Total (Consumo Final + Transformação)

	GAS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DE- SEL.	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GAS	COQUE C. MIN.	CARV- VEGE- TAL	ALCOOL ETL	O.SEC. PETR.	ALCA- TRAO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,08%	-0,01%	0,00%	-1,95%	-0,43%	-0,17%	-0,39%	0,10%	-2,00%	0,10%	0,01%	0,00%	0,05%	0,16%	-0,19%	-0,88%	-1,91%	-0,91%	0,94%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,15%
SECTOR ENERGÉTICO	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,88%	0,00%	0,09%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-1,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	-0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,54%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,37%	0,00%	-1,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,88%	0,00%	0,00%	-0,25%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CIMENTO	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
FERRO-GUSAE AÇO	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	-0,11%	0,00%	0,00%	-0,88%	-0,15%
FERRO-LIGAS MINERAÇÃO E	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
PELOTIZ NÃO-FER. E	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,55%	0,00%	0,01%
OUT-METAL	0,01%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,57%	0,00%	0,00%
QUÍMICA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,06%	-0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,22%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PAPEL E CELULOSE	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,06%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,01%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%
TRANSFORMAÇÃO	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,92%	-0,01%	-0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,10%	-1,05%
CENTRAIS ELET. SERV. PÚBL.	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CENTRAIS ELET. AUTOPROD.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,10%	-0,13%
CARV. ÁRIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,91%



A crítica do balanço é feita pelo processo já descrito de código de cores. Na as cores indicam a magnitude das discrepâncias entre os valores apurados pelas duas abordagens. Já na Tabela 30, sendo os valores referidos à emissão total de carbono (no consumo final + transformação), a crítica procura destacar quais as discrepâncias que mais contribuem para o desvio total. Neste caso, o código de cores foi modificado por um fator de dez, passando o vermelho a representar erros acima de 3%, o amarelo indicando valores entre 1 e 3%, o verde entre 1% e 0,01% e o branco foi usado para os de desvio inferior a 0,01% ou para valores nulos em ambas as metodologias.

Foi possível com os dados coletados completar a análise dos centros de transformação.

Tendo em vista que o objetivo é a apresentação de diagnóstico e não uma revisão dos coeficientes, foram destacados alguns energéticos cuja análise pode ajudar neste propósito. Para facilitar esta análise, foi deduzida a relação entre os coeficientes de emissão e de conteúdo de carbono que surge da conservação da massa de carbono para a gasolina, a lenha e o álcool carburante. Também foram destacados os casos do diesel e carvão vegetal para permitir uma comparação com os três combustíveis identificados como merecedores de maior atenção.

5.4 Balanço de Carbono na Transformação

O resultado dos balanços de carbono para os centros de transformação é mostrado a seguir:

Tabela 30 - Balanços de Carbono nas Unidades de Transformação para o Ano de 1990 computando as emissões pelos processos “Bottom-Up” e “Top-Down”

	Saldo do Balanço de C	Matéria Prima	Saldo %	Emissões Bottom- Up	Saldo	Saldo %	Emissões Top- Down	Saldo	Saldo %
Refinarias de Petróleo	-22	-50711	0,0%			0,0%			0,0%
Plantas de Gás Natural	-75	-2909	-2,6%			-2,6%			-2,6%
Usinas de Gaseificação	6	-245	2,6%			2,6%			2,6%
Coquerias	-29	-8143	-0,4%			-0,4%			-0,4%
Ciclo do Comb.Nuclear									0,0%
Centrais Elet.Serv.Púb.	-1656	-1656	-100,0%	1640	-16	-1,0%	1630	-27	-1,6%
Centrais Elet.Autoprod.	-1798	-1798	-100,0%	1820	22	1,2%	1675	-123	-6,8%
Carvoarias	-11984	-15994	-74,9%	6971	-5013	-31,3%	10057	-1927	-12,1%
Destilarias	-2066	-5684	-36,3%			-36,3%			-36,3%
Outras Transformações	-42	-1205	-3,5%			-3,5%			-3,5%

Com a inclusão das emissões pelas duas metodologias apresentadas, os balanços de carbono apresentam resultados satisfatórios para a maioria das unidades de transformação. Nas centrais elétricas autoprodutoras foram detectadas diferenças importantes nos resultados das duas metodologias que podem ser atribuídas a apuração das emissões no uso de “outras primárias” e alcatrão (Cf.Tabela 30). Nas carvoarias as emissões estão subestimadas, mas o problema maior parece estar localizado na metodologia “Bottom-Up”. Na tentativa de equacionar o assunto, a lenha, que apresenta desvios na comparação entre os métodos, será analisada a seguir, O caso das destilarias já foi comentado



anteriormente, existindo problemas nos coeficientes massa de carbono/ energia tanto para o álcool (que será analisado a seguir) como para a matéria prima (caldo de cana e melaço), para as quais um coeficiente genérico para líquidos de biomassa é aplicado.

5.5 Os Coeficientes de Emissão e a Conservação do Carbono

Os coeficientes de emissão usados pelo programa *benemis* partem dos resultados da apuração de emissões realizada pelo processo “Bottom-Up”. Como a massa de carbono se conserva, esses coeficientes devem guardar uma relação entre si de maneira que se, por exemplo, um automóvel passa a emitir menos monóxido de carbono (CO), a quantidade de dióxido (CO₂) ou outro composto de carbono deve aumentar. A relação entre os coeficientes é demonstrada no quadro abaixo.

As emissões de cada setor são divididas pela energia contida no combustível, gerando um coeficiente que expressa a relação: t de gás / tep do combustível. A esses coeficientes (para o CO₂, CH₄, CO e NMOVC) poderemos chamar e_1 , e_2 , e_3 e e_4 .

Para uma energia **En** contida no combustível massa emitida na forma de um gás **i** será

$$M_i = En \cdot e_i$$

Chamando-se os teores de carbono de cada gás de c_1 , c_2 , c_3 e c_4 , as massas de carbono contidas seriam dadas por

$$M_i \cdot c_i = En \cdot e_i \cdot c_i$$

Se **fc** corresponde ao fator massa de carbono/ energia (tC/tep) e **M** e **c** representarem a massa e o teor de carbono do combustível

$$M \cdot c = fc \cdot EN$$

Como a massa de carbono emitida é suposta (no processo “Top-Down”) igual a **M.c.fox** (onde **fox** é o fator de oxidação)

$$M \cdot c \cdot fox = M \cdot c_1 + M \cdot c_2 + M \cdot c_3 + M \cdot c_4$$

ou

$$fc \cdot En \cdot fox = En \cdot e_1 \cdot c_1 + En \cdot e_2 \cdot c_2 + En \cdot e_3 \cdot c_3 + En \cdot e_4 \cdot c_4$$

ou, dividindo-se ambos os membros da equação por **En**:

$$fc \cdot fox = e_1 \cdot c_1 + e_2 \cdot c_2 + e_3 \cdot c_3 + e_4 \cdot c_4$$

$$\text{ou } fc = (\sum e_i \cdot c_i) / fox$$

como **fox** é, em geral, muito próximo de 1 tem-se

$$fc \approx e_1 \cdot c_1 + e_2 \cdot c_2 + e_3 \cdot c_3 + e_4 \cdot c_4$$

Ou seja, os fatores de emissão trazem implícito uma relação com o teor de carbono e, conhecidos estes fatores, (sendo os conteúdos de carbono constantes e perfeitamente determinados para CO₂, CO e CH₄ e praticamente constante para os NMOVC), pode-se obter o coeficiente **fc** (tC/tep),

Como **fc** só varia em função da composição do combustível, na prática os coeficientes devem guardar uma relação entre si de maneira que a massa de carbono se conserve.



A relação entre o fator de emissão e o de massa de carbono no combustível será usada para analisar os coeficientes de emissão.

5.6 Análise das emissões da Gasolina e Diesel

A gasolina apresenta uma das discrepâncias mais importantes entre a emissão de carbono avaliada pelos dois métodos. Com efeito, no ano de 1990 a massa de carbono apurada pelo processo “Bottom-Up” era 8489 Gg e era de 5863 gG a apurada pelo “Top-Down” com uma diferença de 37% relativa à massa obtida pelo segundo método.

No ano de 1990 tínhamos, segundo o BEN 7485 mil tep de gasolina ou 313 mil TJ e 5922 Gg (ou mil t) de Carbono, usando-se os fatores de 0,04186 tC/tep e 18,9 tC/TJ, supondo-se 99% do carbono oxidável (não retido) teremos 5863 Gg de carbono pelo processo “Top-Down”.

O consumo de gasolina em 1990 no Brasil foi de 7485 mil tep (9606 mil m³), o que corresponde a uma massa de 7041 mil t¹⁷. Essa massa contém 6125 mil t (Gg) de C, usando o teor de carbono obtido no Anexo 2 deste trabalho que difere em apenas de 3,4% da massa de carbono obtida usando o fator do IPCC.

Ou seja, a massa de carbono calculada a partir das emissões no processo “Bottom-Up” (8489 Gg) excede a da própria gasolina. A massa dos gases de carbono e do carbono contido (dos gases e total) é mostrada na Tabela 31. Os dados são comparados com os divulgados na Declaração Brasileira, diferindo destes apenas para o NMVOC cuja emissão deve ter sido reavaliada após o fornecimento, pelo MCT, dos coeficientes aqui utilizados.

Tabela 31 - Emissões de Gases e Massas de Carbono Contidas para a Gasolina (ano de 1990) e obtenção de fator carbono/energia implícito nos coeficientes de emissão usados.

	Massa Inventário	Fator de emissão e	Massa benemis	Teor de Carbono c	Massa de C Inventário	Massa de C benemis	Produto e.c
	Gg	Gg/tep	Gg	kg C/ kg	Gg	Gg	
CO ₂	21620	2,888	21620	0,2727	5896	5896	0,7877
CO	4316	0,577	4316	0,4286	1850	1850	0,2471
CH ₄	5	0,00067	5	0,3158	2	2	0,0002
NMVOC	807	0,108	375	0,8000	646	300	0,0862
Carbono					8393	8048	
$\Sigma e_i \cdot c_i$							1,121 r
$fc = (\Sigma e_i \cdot c_i) / fox$			(tC/tep)	fox = 0,99			1,133
$fc = (\Sigma e_i \cdot c_i) / fox$			(tC/TJ)				27,1

¹⁷ O consumo em 1990 foi de 9543 mil m³ de gasolina automotiva e 63 mil da de aviação. Considerando as respectivas massas específicas, (0,740 e 0,720 t/m³ respectivamente), temos uma massa de 7041 mil t de gasolina



O fator massa de carbono / energia para corresponder aos fatores de emissão para a gasolina seria 27,1 tC/TJ ao invés dos 18,9 do IPCC que, entretanto, se revelou adequado no balanço de carbono das refinarias.

A diferença encontrada é atribuída a um procedimento sugerido pelo IPCC em que para o CO₂ seria indicada toda a massa de carbono obtida. Mesmo assim, parece conveniente, para o futuro, evitar este tipo de dupla contagem das emissões. Pelo menos seria prudente explicitar o procedimento adotado e advertir que toda a massa de carbono emitida está considerada nas emissões de CO₂. Uma observação adicional é que em um processo do tipo “Bottom-Up” o que se esperaria é que as emissões se baseassem em valores experimentais (no caso medidas em veículos representativos da frota).

Uma modificação deverá ser introduzida no programa *benemis* no futuro para que também possa ser obtida uma emissão coerente com o balanço de carbono (evitando dupla contagem).

O mesmo tipo de avaliação das emissões foi feito para o diesel (). Os resultados foram comparados com os do inventário. Na metodologia “Top-Down” foram avaliados o carbono contido (17789 Gg) e as emissões de carbono (17531 Gg) e que não são muito diferente da apurada no processo ‘Bottom-Up’ (17955 Gg). Também o valor apurado para *fc* (20,7 tC/TJ) não é muito diferente do recomendado pelo IPCC (20,2 tC/TJ) a pequena diferença pode ser causada pela pequena importância relativa das emissões menores que correspondem a apenas por 2,3% da emissão total.

Tabela 32 - Emissões de Gases e Massas de Carbono Contidas para o Diesel (ano de 1990) e obtenção de fator carbono/energia implícito nos coeficientes de emissão usados

	Massa Inventário	Fator de emissão e	Massa <i>benemis</i>	Teor de Carbono c	Massa de C Inventário	Massa de C <i>benemis</i>	Produto e.c
	Gg	Gg/tep	Gg	kg C/ kg	Gg	Gg	
CO ₂	65680	3,070	64296	0,2727	17913	17535	0,837
CO	715	0,034	711	0,4286	306	305	0,015
CH ₄	5	0,000	5	0,3158	2	2	0,000
NM VOC	141	0,007	142	0,8000	113	113	0,005
Carbono					18334	17955	
$\Sigma e_i \cdot c_i$							0,857
$fc = (\Sigma e_i \cdot c_i) / fox$			(tC/tep)	$fox = 0,99$			0,866
$fc = (\Sigma e_i \cdot c_i) / fox$			(tC/TJ)				20,7

5.7 Análise das emissões para a Lenha

A lenha é outro energético (além da gasolina e álcool) para o qual a participação do monóxido de carbono nas emissões é importante e é um caso cuja análise poderia ser interessante.

O valor do carbono contido pelo método “Top-Down (17210 Gg) é inferior ao obtido pelo “Bottom-Up” (19341 Gg), como no caso da gasolina. Os coeficientes utilizados, no entanto, são muito



menos confiáveis que o da gasolina e, em consequência, a determinação da massa de carbono contida também é menos confiável. O valor obtido para f_c (25,5 tC/TJ) é inferior ao indicado pelo IPCC e usado na aproximação “Top-Down” ($f_c=29,9$ tC/TJ). Sua obtenção é mostrada na Tabela 33.

Tabela 33 - Emissões para a lenha (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de carbono / energia) correspondente às emissões

	Massa	Fator de emissão e	Teor de Carbono c	Massa de C	Produto e.c
	Gg	Gg/tep	kg C/ kg	Gg	
CO ₂	63146	3,015	0,2727	17222	0,822
CO	4283	0,204	0,4286	1836	0,088
CH ₄	88	0,00421	0,3158	28	0,001
NM VOC	272	0,013	0,8000	217	0,010
Carbono				19302	
$\Sigma e_i.c_i$					0,922
$f_c = (\Sigma e_i.c_i) / f_{ox}$			(tC/tep)	$f_{ox} = 0,87$	1,059
$f_c = (\Sigma e_i.c_i) / f_{ox}$			(tC/TJ)		25,3

Já os valores para o carvão vegetal fornecem (Tabela 34) um coeficiente massa de carbono/ energia compatível com o recomendado pelo IPCC ($f_c=29,9$ tC/TJ) e apresentam uma diferença nas emissões de carbono de apenas 2,6%.

Tabela 34 - Emissões para o Carvão Vegetal (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de C/ energia) correspondente às emissões

	Massa benemis	Fator de emissão e	Teor de Carbono c	Massa de C benemis	Produto e.c
	Gg	Gg/tep	kg C/ kg	Gg	
CO ₂	26664	4,122	0,2727	7272	1,124
CO	1117	0,173	0,4286	479	0,074
CH ₄	51	0,00795	0,3158	16	0,003
NM VOC	26	0,004	0,8000	21	0,003
Carbono				7787	
$\Sigma e_i.c_i$					1,204
$f_c = (\Sigma e_i.c_i) / f_{ox}$			(tC/tep)	$f_{ox} = 0,99$	1,216
$f_c = (\Sigma e_i.c_i) / f_{ox}$			(tC/TJ)		29,1

5.8 Análise das emissões para o Alcool

No caso do álcool o coeficiente massa de carbono / energia na apuração “Top-Down” é incoerente com o obtido a partir dos dados do etanol puro. Os valores das emissões foram transferidos para a . A massa de carbono apurada nas emissões (4333 Gg) supera a massa avaliada no processo “Top-Down”



(3652 Gg) que deve estar subestimada em virtude do fator massa C / energia utilizado (14,81 tC/TJ) também estar subestimado.

O valor da massa de carbono é, entretanto, coerente com o valor esperado a partir do conteúdo de carbono do etanol. Com efeito, a massa de álcool (anidro + hidratado) é de 9063 mil t de álcool, que corresponde a cerca de 8900 t de etanol puro. A partir da fórmula química do etanol e das massas atômicas envolvidas, tem-se que 24/46 da massa de etanol é constituída de carbono. Disto resulta uma massa de aproximadamente 4600 mil t desse elemento no álcool consumido em 1990. Esta estimativa é também coerente com o valor da massa de carbono dos gases emitidos, Ou seja, neste caso a aproximação “Bottom-Up” parece confiável e o valor encontrado para f_c (17,9 tC/TJ) é coerente com o esperado para o etanol.

Tabela 35 - Emissões para o Álcool (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de C/ energia) correspondente às emissões

	Massa <i>benemis</i>	Fator de emissão <i>e</i>	Teor de Carbono <i>c</i>	Massa de C <i>benemis</i>	Produto <i>e.c</i>
	Gg	Gg/tep	kg C/ kg	Gg	
CO ₂	13437	2,295	0,2727	3665	0,626
CO	1316	0,225	0,4286	564	0,096
CH ₄	2	0,00030	0,3158	1	0,000
NM VOC	130	0,022	0,8000	104	0,018
Carbono				4333	
$\Sigma e_i \cdot c_i$					0,740
$f_c = (\Sigma e_i \cdot c_i) / f_{ox}$			(tC/tep)	$f_{ox} = 0,99$	0,748
$f_c = (\Sigma e_i \cdot c_i) / f_{ox}$			(tC/TJ)		17,9



6 Conclusões

O Balanço de Carbono aqui realizado revelou-se um excelente instrumento de diagnóstico do Inventário das Emissões. Nele os resultados das metodologias “Top-Down” e “Bottom-Up” são confrontados, possibilitando uma análise crítica dos resultados e a identificação de erros.

Os programas de cálculo desenvolvidos propiciam, além disto, uma estimativa das emissões entre 1970 e 2002, estendendo os resultados do inventário (na área energética) compilados pelo MCT para cinco anos (1990 a 1994).

No aspecto metodológico, os destaques foram:

- Σ Extensão do método “Top-Down” aos centros de transformação e consumo em uma aproximação que poderia ser chamada de “Top-Bottom”
- Σ Levantamento do Balanço de Carbono e de Energia nos centros de transformação
- Σ Demonstração da correlação dos coeficientes de emissão e teores de carbono dos gases produzidos com o fator massa de carbono / energia do combustível
- Σ Identificação e avaliação da dupla contagem nos procedimentos “Bottom-Up” onde o volume de carbono de alguns combustíveis pode ser superestimado em até 30%.
- Σ Metodologia de cálculo do teor de carbono e hidrogênio de combustíveis a partir dos poderes caloríficos inferior e superior dos hidrocarbonetos.

No aspecto de instrumentos de cálculo destacam-se:

- Σ Programa capaz de gerar as emissões pelo processo “Top-Down” diretamente dos dados de um balanço energético estendido em metodologia equivalente à do IPCC. (*ben_eec*)
- Σ Programa que avalia as emissões de carbono a partir dos dados energéticos e de coeficientes de emissão por tipo de uso dos combustíveis que compõem o BEN (*benemis_eee_c*)
- Σ Programa que fornece, na estrutura de “contas” e energéticos do BEN, os resultados das emissões de carbono calculadas pelas duas metodologias e as diferenças encontradas na mesma abertura (*benemis_eee_c*).
- Σ Comparação entre os resultados das duas metodologias de apuração de emissões usando-se tabelas resumo com codificação de cores (*benemis_eee_c*)

No aspecto resultados – que não era o objetivo principal do trabalho - cabe destacar:

- Σ Avaliação pelo processo “Top-Down” das emissões no uso e transformação de energia entre 1970 e 2002



- Σ Extensão da avaliação das emissões, usando-se coeficientes extraídos da metodologia “Bottom-Up” para o período 1970 a 2002.

No aspecto diagnóstico cabe assinalar os seguintes pontos:

- Σ Identificou-se que os poderes caloríficos inferior e superior apresentam problemas de coerência e deveriam ser revistos; o caso mais notório no BEN é o do gás natural.
- Σ Os balanços de carbono em alguns centros de transformação revelam diferenças importantes entre as massas de carbono de entrada e de saída que são mais acentuadas na biomassa; o mais notório é o que resulta (segundo o diagnóstico) de coeficiente massa de carbono / energia incorreto para o álcool; também foram detectadas diferenças no balanço energético que podem advir de valores inadequados dos poderes caloríficos
- Σ Os balanços de carbono mostram saldos importantes para combustíveis onde é maior a emissão de outros gases contendo carbono em relação ao gás carbônico em razão da dupla contagem existente na apuração; a maior diferença refere-se à gasolina, sobretudo em anos onde a emissão de monóxido era mais acentuada.
- Σ Identificação de imprecisões na alocação de energia por combustível de origem que podem ter influência na contabilidade das emissões (biomassa X combustíveis fósseis)

Recomendações para trabalhos futuros:

- Σ Elaboração de programa (a partir do *ben_eec*) capaz de gerar gráficos e tabelas para o inventário na metodologia “Top-Down”
- Σ Estudo dos coeficientes de conteúdo de carbono para a biomassa, notadamente na produção de álcool e de carvão vegetal
- Σ Análise de consistência dos poderes caloríficos inferior e superior do BEN e estudo dos mesmos a partir de dados existentes na Petrobrás e em outras fontes.
- Σ Desenvolvimento do procedimento de avaliação de teor de hidrogênio (e carbono) de um combustível a partir da diferença entre os poderes caloríficos superior e inferior
- Σ Sugestão de um conjunto coerente de coeficientes de emissão e de teor de carbono a partir da análise dos saldos nos balanços de carbono e energético



Lista de Anexos

- Anexo 1: Artigos sobre Uso do Poder Calorífico Inferior e Superior para determinação do Teor de Carbono
- Anexo 2: Carbono Contido, Energia Equivalente e Balanço Energético 49 X 46 - Programa ben_eec - Manual do Usuário
- Anexo 3: Tabelas de carbono Contido nos Combustíveis para Anos Selecionados
- Anexo 4: Resultados da Avaliação de Emissões para Anos Anteriores e Posteriores ao Inventário a partir de Coeficientes Extraídos da Metodologia “Bottom-Up” (Volume a parte)
- Anexo 5: Resultados do Balanço de Carbono para Anos Selecionados
- Anexo 6: Relatório Meta 1 do Projeto Balanço de Carbono



Anexo 1

Artigos sobre Uso do Poder Calorífico Inferior e Superior para Determinação do Teor de Carbono

- Bases para o cálculo da emissão de gases de efeito estufa Publicado na e&e No 43
http://ecen.com/eee43/eee43p/ecen_43p.htm Pag 67
- Teor de Carbono no Gás Natural Seco Pag 72



Bases para o cálculo da emissão de gases de efeito estufa.

Omar Campos Ferreira.

Publicado na Revista [e&e](http://ecen.com/eee43/eee43p/ecen_43p.htm) No 43
http://ecen.com/eee43/eee43p/ecen_43p.htm

O cálculo da emissão de gases de efeito estufa relacionada com o uso de energia baseia-se nas massas dos combustíveis consumidos e em coeficientes de emissão específicos, encontrados em publicações técnicas. As unidades práticas de medida das quantidades de combustíveis líquidos e gasosos comercializados são os respectivos volumes e densidades e os combustíveis são caracterizados por propriedades que garantam a sua adequação a cada tipo de uso. Um conjunto dessas propriedades constitui a especificação técnica formulada por órgãos de normalização e de fiscalização do mercado. Assim, a Agência Nacional do Petróleo, que substituiu o Departamento Nacional de Combustíveis, edita periodicamente as especificações para os combustíveis de sua área de atuação. No caso da gasolina, por exemplo, as propriedades relevantes são o poder calorífico, a densidade, o número de octano, o teor de enxofre, a curva de destilação, etc... Essas propriedades são, em geral, dependentes da estrutura molecular dos componentes do combustível, que é, na maioria dos casos, uma ou mais misturas de hidrocarbonetos, eventualmente aditivada para corrigir pequenos desvios de especificação.

A emissão específica de gases de efeito estufa depende do teor de carbono do combustível, de forma que o cálculo da emissão pelo conjunto dos combustíveis deve ter em conta não apenas os teores de carbono dos hidrocarbonetos presentes, mas também as diferentes misturas que satisfazem as especificações. É, pois, aparente que a descrição detalhada das fontes de gases de efeito estufa é uma tarefa árdua, felizmente dispensável quando se deseja apenas calcular o montante de carbono emitido. Este trabalho trata do problema de cálculo do teor de carbono dos combustíveis derivados do petróleo, já que o gás natural e o carvão mineral, que também são importantes fontes de emissão, são substâncias mais simples, para as quais basta considerar as impurezas, em sua maioria não combustíveis.

Derivados do petróleo

O petróleo se desdobra, pelas operações de refino, craqueamento e reforma, em uma ampla gama de combustíveis para uso nos diferentes setores da economia. Em certa medida, a composição do óleo bruto determina a estrutura do refino, de vez que a economia de processo prioriza os produtos de menor custo. Assim, a maioria dos derivados é obtida pela destilação fracionada, que separa os produtos por grupos destinados aos diferentes usos.

A destilação separa os diferentes componentes conforme a tensão de vapor ou, em outros termos, conforme a temperatura de vaporização. Assim, ao longo da coluna de destilação, o perfil de temperatura determina o perfil de composição da mistura. Não há, portanto, alteração das estruturas moleculares, mas apenas o enriquecimento da mistura em determinados hidrocarbonetos conforme a temperatura reinante em cada ponto. Já no craqueamento, a estrutura molecular é modificada: um hidrocarboneto pesado é



quebrado em hidrocarbonetos mais leves, ocorrendo freqüentemente a alteração das ligações químicas, de ligação simples para ligações duplas ou triplas. Finalmente, na reforma, moléculas de outros elementos são introduzidas na estrutura original, como no caso da hidrogenação.

Em todas as operações acima descritas, o número de átomos de cada elemento é conservado, o que isenta o balanço elementar de perturbações induzidas por elas. Desta forma, a massa de carbono se mantém constante nas transformações, quaisquer que sejam as propriedades físicas dos combustíveis, fornecendo uma informação importante para o cálculo da perda de combustível na transformação ou da adição de substâncias estranhas, como a água, com o propósito de se aumentar o volume do produto.

O cálculo do carbono total contido no petróleo pode ser elaborado com base na diferença entre os poderes caloríficos superior e inferior, que pode ser determinado com o uso de um calorímetro de fluxo, no qual a água de combustão é recolhida e pesada. De acordo com a definição usual, a diferença é devida à vaporização da água de combustão, que não é recuperada nos processos abertos (por exemplo, em motores de combustão interna). Usando os poderes caloríficos do petróleo consumido no Brasil, fornecidos pelo Balanço Energético Nacional de 2002 (ano base 2001), e desprezando a contribuição de impurezas para a formação de água (como o H_2S), calculamos em 0,130 o teor de hidrogênio contido; a menos das impurezas (enxofre entre 0,0005 e 0,05), o método fornece o teor de carbono = 0,870, resultado concordante, dentro da incerteza mencionada, com os dados do Handbook of Chemical's Engineer, McGraw Chemical Engineering Series, 1973, para óleo de baixo teor de enxofre (0,867).

Para os derivados do petróleo, é possível usar as especificações para obter o teor provável de carbono. A título de comparação, elaboramos o cálculo para a gasolina automotiva (sem álcool) pelos dois caminhos, conforme descrito a seguir.

1 – Partindo dos poderes caloríficos:

$$PCS = 11.220 \text{ kcal/kg}$$

$$PCI = 10.550 \text{ kcal/kg.}$$

$$PCS - PCI = 670 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Massa de água formada: } m = 670 \text{ kcal/kg} / 540 \text{ kcal/kg} = 1,24 \text{ kg água / kg gasolina.}$$

$$\text{Massa de hidrogênio/kg gasolina} = 1,24/9 = 0,140 \text{ kg hidrogênio / kg gasolina}$$

$$\text{Teor de hidrogênio} = 0,149 = 14,9\%.$$

2 – Partindo das especificações da gasolina e determinando a composição provável por grupos de hidrocarbonetos:

As propriedades relevantes são:

- Poder calorífico superior 11.220 kcal/kg.



- Densidade = 0,742.
- Limites para aromáticos: 0 – 40%.
- Limites para olefínicos: 0 – 20%
- Ponto inicial de ebulição: 30 a 40 °C.
- Ponto final de ebulição: 190 a 215 °C.

Para este cálculo, listamos os hidrocarbonetos parafínicos (alcanos) com pontos de ebulição dentro da curva especificada e os hidrocarbonetos cíclicos (aromáticos) mais abundantes, apresentados na tabela a seguir. Dos olefínicos, apenas o penteno tem listadas, nos manuais consultados[1], as propriedades necessárias ao cálculo e, como os olefínicos são minoritários na especificação, deixamos de incluir o penteno que, de resto, tem PCS e densidade próximos aos dos hidrocarbonetos parafínicos. Os dois grupos de hidrocarbonetos estão representados, nas equações, pelos valores médios do poder calorífico e da densidade, procedimento que se justifica pelo desconhecimento de sua distribuição na gasolina.[2]

Cíclicos	Fórmula	Fração H	PCS	P Ebul. °C	kg/litro
Benzeno	C ₆ H ₆	0,077	9999	80	0,879
Tolueno	C ₇ H ₈	0,087	10142	111	0,866
Paraxileno	C ₈ H ₁₀	0,094	10250	140	0,867
Etilbenzen	C ₈ H ₁₀	0,094	10277	136	0,867
			40668	média=	10167 kcal/kg
				dens.	0,87

Alcanos	Fórmula	Fração H	PCS kcal/kg	P Ebul. °C	kg/litro
n pentano	C ₅ H ₁₂	0,167	11626	36,3	0,546
i pentano	"		11606	28	
n hexano	C ₆ H ₁₄	0,163	11547	69	0,659
i hexano	"		1153	60,2	
n heptano	C ₇ H ₁₆	0,16	11490	98,4	0,679
i heptano	"		11477	90	
n octano	C₈ H₁₈	0,158	11447	126	0,703
i octano	"		11436	99,3	
n nonano	C ₉ H ₂₀	0,156	11414	150,5	0,718
n decano	C ₁₀ H ₂₂	0,155	11387	174	0,73
n undecan	C ₁₁ H ₂₄	0,154	11365	194,5	0,741
dodecano	C ₁₂ H ₂₆	0,153	11346	214,5	0,751
		média	11453		0,691+/-0,066
		dispersão	96,5		
		fr. H	0,158		
		fr. C	0,842		



Observa-se que os hidrocarbonetos parafínicos são representados pelo octano e os aromáticos pelo tolueno.

De posse dos valores médios das propriedades PCS e densidade, montamos o sistema de duas equações suficientes para a determinação da participação dos dois grupos de hidrocarbonetos:

$$11.450 x + 10.170 (1-x) = 11.220$$

$$0,691 x + 0,870 (1-x) = 0,742$$

cuja solução é: $x = 0,75$ (proporção de hidrocarbonetos parafínicos).

Finalmente, calculamos a fração de hidrogênio na gasolina como:

$$F = 0,75 \times 0,158 + 0,25 \times 0,09 = 0,141.$$

A diferença entre os dois resultados é de cerca de 6%, o que nos parece adequado ao cálculo da emissão de gases de efeito estufa, em face da incerteza maior do efeito dos sumidouros de carbono atmosférico.



TEOR DE CARBONO NO GÁS NATURAL SECO

Omar Campos Ferreira

A equipe de Economia e Energia – ONG vem desenvolvendo métodos de determinação do teor de carbono em combustíveis como parte dos trabalhos de suporte à Coordenação Geral de Mudanças Climáticas do Ministério da Ciência e Tecnologia no levantamento do inventário de carbono atmosférico. O tema é de relevância para o posicionamento do Brasil em relação ao Protocolo de Quioto, visto que a proposta de estabelecimento de mecanismos de desenvolvimento limpo foi uma iniciativa da Delegação Brasileira à Conferência de Quioto.

A matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, tanto no que se refere à emissão de poluentes químicos (CO, hidrocarbonetos não queimados, SOx, NOx, etc...) quanto à emissão de gases de efeito estufa (CO₂, HC, NMOCV's¹⁹), havendo dúvida apenas quanto à emissão de metano. Essa qualidade da matriz é consequência do uso da hidroeletricidade e dos combustíveis da biomassa e pode gerar efeitos econômicos de importância para o Setor Energético com a entrada em vigor do Protocolo. Com sua entrada em vigor, o Brasil pode vender créditos de carbono para países que, por algum motivo, não possam reduzir seu nível de emissão aos de 1991. A posição dos EUA é contrária à implementação dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo por temerem a estagnação de suas economias, visto que os combustíveis fósseis representam a maior contribuição para a conversão de energia.

O objetivo específico dos trabalhos em curso é a monitoração das informações oficiais sobre o teor de carbono nos produtos dos Centros de Transformação (refinarias de petróleo, usinas de gaseificação, centrais elétricas, coquearias e destilarias) usando os balanços de massa/energia, as especificações legais desses combustíveis e os respectivos poderes caloríficos superior e inferior, verificando a coerência desses dados através das propriedades físico-químicas dos componentes das misturas combustíveis. Na edição nº 43 da revista “Economia&Energia” em suas formas impressa e eletrônica (<http://ecen.com>), propusemos um método expedito de determinação do teor de carbono e exemplificamos sua aplicação para o petróleo bruto e para a gasolina automotiva, avaliando em 6% a incerteza típica do método. Essa aproximação foi atribuída à incerteza na especificação dos combustíveis e nas medições de campo, em geral maiores do que as incertezas nos dados retirados de publicações técnicas. Entretanto, há outras fontes de incertezas, estas sistemáticas, relacionadas com diferentes interpretações da definição do poder calorífico inferior ou, até mesmo, da mudança, explicitada ou não, do estado físico de referência.

Uma compilação das definições usuais mostra que os textos de Termodinâmica mais antigos definem o poder calorífico inferior como a diferença entre o poder calorífico superior e o calor latente de condensação do vapor d'água (L=539 kcal/kg) que se forma na combustão, o que equivale a considerar

¹⁹ Não Metano e Outros Compostos Voláteis.



como estado de referência o da mistura dos produtos da combustão a 100°C e 1 atm, estando o vapor d'água condensado. Outros autores, considerando que o combustível esteja inicialmente a 25°C e à pressão de 1 atm, deduzem do poder calorífico superior o calor latente de condensação e o calor sensível de resfriamento dos produtos da combustão à temperatura original do combustível; neste caso, atribuindo aos gases da combustão o calor específico médio, entre 100°C e 25°C, e supondo a composição estequiométrica da mistura (combustível + ar) é necessário levar em consideração o teor de hidrogênio do combustível original para se obter as massas de vapor d'água e de outros gases presentes como produtos de combustão, o que tornaria o método dos poderes caloríficos menos expedito.

Assim, a verificação ora proposta representa uma avaliação da influência de todos esses fatores sobre o resultado do cálculo expedito do teor de carbono que, da mesma forma que outros cálculos expeditos, pode ser usado como primeira aproximação, visto que a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera não decorre simplesmente da emissão calculada desses gases, pois a Biosfera tem mecanismos de redução da concentração ainda não bem conhecidos.

Entretanto a aplicação do método para o gás natural usando dados do Balanço Energético Nacional de 2002 não deu resultados consistentes com os de outras publicações técnicas, dentro da margem de incerteza avaliada para os casos exemplificados, lançando dúvidas quanto à validade do método. Procuramos, neste trabalho, esclarecer essas dúvidas aplicando o método ao gás natural seco (ou processado, conforme diversa nomenclatura), verificando a cada passo a consistência dos dados.

Os dados sobre o gás processado na UPGN de Candeias foram obtidos no portal www.gasenergia.com.br, constando na página principal a informação de que o portal tem o patrocínio e a supervisão da PETROBRÁS.

Roteiro da verificação

- 1 - Conversão dos dados de composição volumétrica para composição em massa;
- 2 - Cálculo dos poderes caloríficos superior/inferior, da massa específica e da densidade da mistura em relação ao ar, usando os dados do “Chemical Engineers’ Handbook”, ed. Mc Graw-Hill, 1973 para as propriedades físico-químicas das substâncias contidas no GN.
- 3 - Cálculo do teor de carbono do GN e confronto com o dado do IPCC²⁰.

²⁰ International Panel on Climate Change.



Tabela 1 – Composição do GN processado de Candeias.

Substância	Fração em volume	Massa específica kg/m ³ *	Massa por m ³ do GN - kg	Fração em massa
Metano	0,8856	0,714	0,632	0,800
Etano	0,0917	1,339	0,123	0,155
Propano	0,0042	1,964	0,008	0,010
N ₂	0,0120	1,254	0,015	0,019
CO ₂	0,0065	1,964	0,013	0,016
Soma	1,000	-	0,791	-

*Cálculo pela massa molecular.

Densidade relativa ao ar: $0,791/1,293 = 0,612$.

Densidade UPGN $= 0,61$.

Diferença relativa $0,002/0,612 = 0,03$ (0,3 %).

Tabela 2 – Poderes caloríficos

Substância	Fração da massa*	PCS kcal/kg	PCI kcal/kg
Metano	0,800	13265	11954
Etano	0,155	12399	11350
Propano	0,010	12034	11079
N ₂	0,019	0	0
CO ₂	0,016	0	0
GN seco	1,000	12650	11430

* Tabela anterior

PCS calculado $= 12650 \text{ kcal/kg} = 10010 \text{ kcal/m}^3$

PCS UPGN $= 12070 \text{ Kca/kg} = 9549 \text{ kcal/m}^3$

Diferença relativa $= 0,048$ (4,8%)

PCI calculado $= 11430 \text{ kcal/kg} = 9041 \text{ kcal/m}^3$

PCI UPGN $= 10090 \text{ kcal/kg} = 8621 \text{ kcal/m}^3$

Diferença relativa $= 0,049$ (4,9%)

**Tabela 3** – Teor de carbono calculado pela composição da mistura

Substância	Fração da massa	Teor de carbono
Metano	0,800	0,750
Etano	0,155	0,800
Propano	0,010	0,818
N ₂	0,019	0
CO ₂	0,016	0,273
GN seco	1,000	0,737

Tabela 4 – Teor de carbono calculado pelos poderes caloríficos da UPGN

PCS – PCI		Massa de água/kg _{GN}		Teor de hidrogênio		Teor C = 1 – teor H ₂	
		L ₁ =540	L ₂ =615	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
Calculado	1220	2,26	1,98	0,251	0,220	0,749	0,780
Observado	1170	2,17	1,90	0,241	0,211	0,759	0,789

Notas: L₁ é o calor de condensação do vapor d'água a 100°C e 1 atm. L₂ é a soma de L₁ com o calor sensível de resfriamento dos produtos da combustão a 25°C e 1 atm. Todos os calores referidos à unidade de massa (kcal/kg) da respectiva substância.



Conclusões

A maior diferença relativa entre os resultados dos cálculos do teor de carbono pela composição do combustível e pela diferença entre os poderes caloríficos superior e inferior é de 0,07 (7%), que não difere substancialmente da diferença relativa avaliada para os casos do petróleo e da gasolina automotiva (6%) é menor do que a incerteza relativa no poder calorífico superior do gás natural processado (8,6%).

Para situar nossos cálculos em relação aos valores divulgados pelo IPCC, tomamos o resultado que apresenta a maior diferença em relação ao teor de carbono calculado pela composição do GN (0,789, na tabela 4) e calculamos a massa de carbono, em tonelada, correspondente a 1 TJ de calor liberado.

$$1 \text{ TJ} = 10^{12} \text{ J} = 0,239 \times 10^{12} \text{ cal.}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa de GN que libera 1 TJ na combustão completa} &= 0,239 \times 10^{12} \text{ cal} / 12 \times 10^9 \text{ cal/tGN} = \\ 19,9 \text{ tGN} &= 19,9 \times 0,789 = 15,7 \text{ tc /TJ.} \end{aligned}$$

O valor divulgado pelo IPCC é de 15,5 tC / TJ.

Creemos, pois, que o método expedito parece confiável dentro da precisão usada na apuração de balanços de carbono. Além disto, ele possibilita levar em conta diferenças entre os combustíveis de procedências diferentes e, no caso do Brasil, levar em conta as diferenças de especificação dos combustíveis ao longo dos anos.



Lista de Figuras

Figura 1: Esquema do Balanço energético Nacional. Fonte: BEN/MME	10
Figura 2: Conteúdo de carbono nos energéticos usados no Brasil obtidos neste trabalho comparados com dados do Inventário Nacional.	15
Figura 3: Carbono contido nos energéticos para os principais combustíveis fósseis e biomassa	15
Figura 4: Emissões de CO ₂ obtidos pela metodologia “Top-Down” adaptada ao formato das saídas do programa.	25
Figura 5: Balanços para as refinarias e o Setor Energético	27
Figura 6: Esquema do balanço de carbono para as destilarias, mostrando que “produtos da cana” (denominação do BEN) são tomados como diferentes formas de energia primária. O bagaço é contabilizado no Setor Energético, mas o vinhoto não é explicitado no BEN. O melaço (concentrado de açúcar em destilarias anexas a usinas de açúcar) também é considerado como energia primária.	28
Figura 7: Balanço de Carbono em uma Carvoaria.	29
Figura 8: Esquema de balanço de carbono em centrais elétricas; no caso de autoprodutores a unidade de balanço pode ser “virtual”, localizada, por exemplo, em um estabelecimento industrial. Os aportes hídrico e nuclear e o produto “eletricidade” que fazem parte do balanço energético não contribuem para o balanço de carbono. Os produtos tracejados indicam, neste caso, valores não computados no balanço. No caso das perdas, elas estarão incluídas nas diferenças encontradas no balanço de carbono.	30
Figura 9: Os balanços de energia e de carbono mostram um comportamento semelhante ao longo dos anos e um baixo desvio de massa. Isto é indicativo da boa escolha dos coeficientes de teor de carbono e da pouca influência da mudança das características dos combustíveis no balanço de carbono nas refinarias	33
Figura 10: A partir de 1992, cerca da metade do produto das UPGN no Brasil passou a constituir-se na fração de condensados de gás natural que aparecem no BEN como matéria prima de entrada nas refinarias.	34
Figura 11: Balanços de carbono e de energia para UPGNs no Brasil, mostrando que alguns desvios do relativo ao carbono são atribuíveis a diferenças no de energia. Também parece existir um componente sistemático de defasagem dos dois balanços, que deve advir de coeficientes de carbono inadequados.	35
Figura 12: Os balanços de carbono mostram um erro sistemático na determinação do saldo de carbono, provavelmente devido a coeficientes inadequados de massa de C/energia. Os saldos de balanço também são importantes no energético, mas podem ser, pelo menos em parte, atribuídos a perdas.	37
Figura 13: A matéria prima usada na produção de gás nas usinas de gaseificação passou do carvão mineral para nafta e desta para o gás natural. Com a disponibilidade deste último, as redes de distribuição passaram a usar gás natural seco e as usinas de gaseificação estão praticamente desativadas.	38



- Figura 14: O balanço de carbono das usinas de gaseificação mostra saldos enormes ao longo do período, refletindo a má qualidade dos coeficientes usados. A evolução ao longo dos anos (ver figura anterior) faz supor que os coeficientes usados para a nafta e para o gás natural são piores que para o carvão mineral. 39
- Figura 15: Saldo do balanço de energia e de carbono para as destilarias, que apresenta para o carbono um grande déficit no produto formado. 41
- Figura 16: Valores de carbono emitido por setor e por combustível de origem. 50



Lista de Tabelas

Tabela 1: Teor de Carbono a partir de poderes caloríficos superior e inferior comparado valores baseados no IPCC.....	13
Tabela 2: Conteúdo de Carbono em Energéticos Usados no Brasil de 1970 a 2002.....	14
Tabela 3: Carbono Contido por Tipo de Combustível e “Conta” -.....	17
Tabela 4: Cálculo das Emissões usando Método “Top-Down” do IPCC	19
Tabela 5: Exemplo de Cálculo das Emissões de CO ₂ usando Linhas de Saída do Programa	21
Tabela 6: Emissões Líquidas em Gg de Carbono	22
Tabela 7: Emissões de CO ₂ em Gg/ano para o Brasil.....	24
Tabela 8: Balanço de Energia e de Carbono nas Refinarias de Petróleo no Brasil em 2002	31
Tabela 9: Balanços de Carbono para anos selecionados (Massa de Carbono em mil t (Gg))	32
Tabela 10: Balanços de Energia e Carbono nas UPGN em 2002.....	34
Tabela 11: Balanço de Carbono em anos selecionados (massa em Gg)	35
Tabela 12: Balanços Energético e de Carbono nas Coquearias 2002.....	35
Tabela 13: Balanços de Carbono nas Coquearias em Anos Escolhidos	36
Tabela 14: Balanços de Energia e de Carbono em Usinas de Gaseificação para o ano 1990	39
Tabela 15: Balanço de Energia e Carbono nas Destilarias em 2002	40
Tabela 16: Balanço de Massa de Carbono em Destilarias para Anos Selecionados	41
Tabela 17: Emissões de CO ₂ por Setor (mil Gg/ano) - Sem CO ₂ da Biomassa Comparação entre Resultados do Programa benemis e os do Inventário.	46
Tabela 18: Comparação das Emissões de CO ₂ Reconstituídas com o Programa benemis e as do Inventário (Método “Bottom-Up”) – mil Gg/ano – Anos 1990 e 1994.....	47
Tabela 19: Comparação das Emissões de CH ₄ Reconstituídas com as do Inventário (Método “Bottom-Up”) – Gg/ano – Anos 1990 e 1994	47
Tabela 20: Carbono Contido nos Combustíveis Utilizados em Gg/ano, Ano 1990	48
Tabela 21: Emissões de Carbono em Gg/ano (1990) – Método “Top_Down”	49
Tabela 22: Emissões por Setor e por Grupo de Combustíveis - Ano:1990 - Gg /ano “Bottom-Up” .49	
Tabela 23: Comparação dos Resultados pelos dois Processos, a. diferença percentual referida aos dados “Bottom-Up” (cores classificam os desvios)	50



Tabela 24 – Conteúdo de Carbono por Atividade e por Energético (Consumo Final).....	52
Tabela 25: Conteúdo de Carbono por Atividade e por Energético (Transformação)	53
Tabela 26: Emissões por Atividade e por Energético (Consumo Final e Transformação) – Método “Bottom-Up”	54
Tabela 27 Emissões por Atividade por Energético (Método Top-Down”).....	55
Tabela 28: Balanço de Carbono: Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” (valores relativos ao 2º)	56
Tabela 29: Valores das Diferenças no Balanço de Carbono Relativas à Emissão Total.....	57
Tabela 30: Balanços de Carbono nas Unidades de Transformação para o Ano de 1990 computando as emissões pelos processos “Bottom-Up” e “Top-Down”	58
Tabela 31: Emissões de Gases e Massas de Carbono Contidas para a Gasolina (ano de 1990) e obtenção de fator carbono/energia implícito nos coeficientes de emissão usados.	60
Tabela 32: Emissões de Gases e Massas de Carbono Contidas para o Diesel (ano de 1990) e obtenção de fator carbono/energia implícito nos coeficientes de emissão usados	61
Tabela 33: Emissões para a lenha (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de carbono / energia) correspondente às emissões	62
Tabela 34: Emissões para o Carvão Vegetal (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de C/ energia) correspondente às emissões	62
Tabela 35: Emissões para o Alcool (ano de 1990) e obtenção do coeficiente f_c (massa de C/ energia) correspondente às emissões	63



Abreviaturas

BEN – Balanço Energético Nacional (editado pelo MME anualmente)

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

COPPE – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de carbono, principal gás na geração do efeito estufa.

CH₄ – Metano

NMVOCs – (Non-Methane Volatile Organic Compounds) Outros compostos orgânicos voláteis afora o metano

E&E – Economia e Energia

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GWP – Potencial de Aquecimento Global

IPCC - International Panel on Climate Changes

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

MME – Ministério das Minas e Energia

tC – tonelada de carvão

tep – tonelada equivalente de petróleo = 10000 kcal

UPGN – Unidade de Processamento de Gás natural



Anexo 2

Carbono Contido, Energia Equivalente e Balanço Energético 49 X 46

Programa *ben_eec* - Manual do Usuário



Instalando

O programa encontra-se sob a forma de planilha Excel “zipado” na Internet no portal <http://ecen.com> para ser baixado. No caso do CD ele pode ser rodado diretamente do CD ou transferido para qualquer diretório. Caso as propriedades do programa instalado no diretório assinalem só leitura modificar esta característica para poder salvar configurações do usuário. Para operá-lo é necessário ativar as macros.

Na Capa

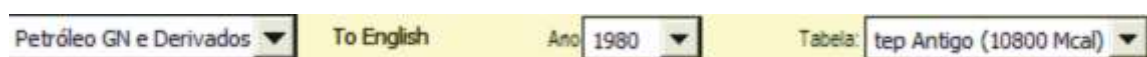


Energia Equivalente e BEN 49 X 46 é um programa bi-lingue (português e inglês) escrito em Visual Basic para Excel (Microsoft) para construir tabelas a partir do balanço energético consolidado do Balanço Energético Nacional – BEN 2003, ano base 2002. A partir de uma tabela de equivalência, os dados para cada energético e cada setor são convertidos em energia equivalente considerando a eficiência relativa nos diversos usos em cada setor. As tabelas, construídas segundo as necessidades do usuário, relacionam as contas com os energéticos. Os dados abrangem o período 1970 / 2002.

Na Planilha principal Ben 49 X 46

No topo da capa do programa clicando pode-se escolher a língua desejada (To English ou Em Português) e passar para a planilha de tabela (BEB 49 Energy Sources x 46 Accounts Structure/ Estrutura 49 energéticos x 46 contas).

O Programa pretende ser auto-explicativo e a planilha principal apresenta três janelas:





Σ A primeira janela (do meio) refere-se ao ano desejado (de 1970 até 2002).

A alteração do ano fornece os valores para o ano correspondente.

Σ A segunda (da direita) refere-se à unidade em que os dados são fornecidos e apresenta as seguintes possibilidades:

1) 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)

2) 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)

3) bep/d – os valores são calculados em barrís 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 inferior²¹

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.

8) Massa de Carbono – valores em Gg (mil t) obtidos a partir dos dados em tep novo (10000 Mcal em Poder Calorífico Inferior PCI) e coeficientes recomendados

Σ A terceira (da esquerda) refere-se ao tipo de tabela e apresenta as seguintes possibilidades:

1) Estrutura BEN Anual

2) Completo (49X46)

3) Oferta E. Primária

4) Transformação

²¹ Quando um combustível é queimado na presença de oxigênio e a água é um dos produtos da combustão, a temperatura da chama adiabática é alta o bastante para que a água esteja na fase de vapor. Em muitos trocadores de calor a temperatura dos produtos da combustão (sua temperatura de saída do trocador de calor) é ainda mais alta que o ponto de ebulição da água e o calor de transformação de vapor é perdido para a atmosfera. Isto reduz o “poder calorífico” do combustível para o seu “Poder Calorífico Inferior”. Se o vapor d'água criado na combustão é condensado, o calor de transformação (condensação) pode ser recuperado e a energia obtida do processo de conversão é aumentada. Estas condições produzem o “Poder Calorífico Superior” do combustível.



- 5) Resumo
- 6) Principais Setores
- 7) Carv.Min. e Deriv.
- 8) Petróleo GN e Derivados
- 9) Tabela ad hoc
- 10) Tah1 Nome/Name1
- 11) Tah2 Nome/Name2
- 12) Tah3 Nome/Name3
- 13) Tah4 Nome/Name4
- 14) Tah5 Nome/Name5

Na opção 1 a tabela completa de 46 contas e 49 energéticos é mostrada. Também são apresentados diversos subtotais e agregações. Na opção 2 é mostrado o atual Anexo Anual (F) do BEN como é atualmente publicado. As opções seguintes tornam algumas das diversas agregações ou subdivisões possíveis. A opção 9 cria tabelas ao gosto do usuário que pode escolher na lista de contas e energéticos (e agregações). As tabelas seguintes (10 a 14) podem ser definidas segundo a preferência do usuário que determina seu nome e conteúdo.

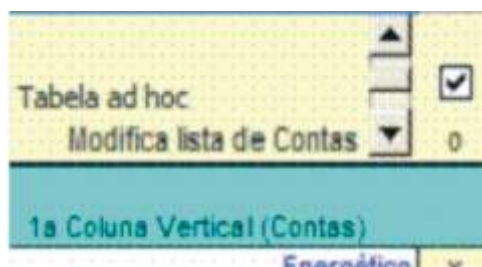
Na Planilha Tab_ad_hoc

	A	B	C	F	G	H	K	L	M	N
1	Voltar						Montar Tabela ad hoc	Salvar		Nome/Name 5
2	Montar Tabela ad hoc		☒		Modifica lista de Energéticos	☒	☒ Verificar Tabela	Tah5		Tah5 Nome/Name 5
3		1a Coluna Vertical (Contas)			1a Linha Horizontal (Energéticos)			2a Coluna Vertical (Contas)		2a Linha Horizontal (Energéticos)
4	0	Energético	x		0	Conta		0 Energético		0 Conta
5	1	Unidade	x		1			1 Unidade		3 PETROLEO
6	2	PRODUÇÃO	x		2	ENERGIA PRIMAR		2 PRODUÇÃO		4 GAS NATU RAL
7	3	IMPORTAÇÃO	x		3	EN.PRIM. NAO REN.		3 IMPORTAÇÃO		7 CARVÃO MINERAL
8	4	VARIAÇÃO DE ESTOQUES			4	PETROLEO	x	4 EXPORTAÇÃO		22 URANIO (U308)
9	5	OFERTA TOTAL			5	GAS NATU RAL	x	5 OFERTA INTERNA BRUTA		61 CARVAO VEGETAL
10	6	EXPORTAÇÃO	x		6	GAS NAT UMDO		6 CONSUMO FINAL		62 ALCOOL ETILICO
11	7	NÃO APROVEITADA			7	GAS NAT SECO		49 Geração eletr. p/fonte		65 ELETRICIDADE
12	8	REINJEÇÃO			8	CARVÃO MINERAL	x			
13	9	OFERTA INTERNA BRUTA	x		9	CARVAO VAPOR				
14	10	TOTAL TRANSFORMAÇÃO			10	C.VAPOR 3100				
15	11	REFINARIAS DE PETRÓLEO			11	C.VAPOR 3300				
16	12	PLANTAS DE GÁS NATURAL			12	C.VAPOR 3700				
17	13	USINAS DE GASEIFICAÇÃO			13	C.VAPOR 4200				
18	14	COQUEIRIAS			14	C.VAPOR 4500				
19	15	CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR			15	C.VAPOR 4700				
20	16	CENTRAIS, ELET. SERV. PÚBLICO			16	C.VAPOR 5200				
21	17	CENTRAIS ELET. AUTOPRODUTORAS			17	C.VAPOR 5900				
22	18	CARVOARIAS			18	C.VAPOR 6000				
23	19	DESTILARIAS			19	C.VAPOR S.ESPEC				
24	20	OUTRAS TRANSFORMAÇÕES			20	CARVAO MET.				
25	21	PERDAS DISTRIB. ARMAZENAGEM			21	CARVAO MET.NAC.				
26	22	CONSUMO FINAL	x		22	CARVAO MET.MP.				
27	23	CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO			23	URANIO (U308)	x			
28	24	CONSUMO FINAL ENERGÉTICO			24	OUTRAS NAO REN.				
29	25	SETOR ENERGÉTICO			25	EN.PRIM. RENOV.				
30	26	RESIDENCIAL			26	EN. HIDRAULICA				



Quando escolhida a opção 9, abre-se uma planilha que permite a escolha do usuário. Para construir a Tabela ad hoc, o usuário deverá escolher na tela mostrada na figura abaixo o(s) energético(s) e a(s) conta(s) desejados.

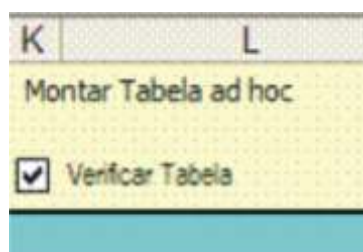
Na figura acima, a primeira coluna lista as contas (que serão listadas na vertical da Tabela ad hoc),



a segunda coluna lista os energéticos (que serão listados na horizontal da Tabela ad hoc) e a terceira coluna reproduz as contas e os energéticos escolhidos pelo usuário. Para incluir as contas e os energéticos pode-se usar os controles acima da tabela. A Caixa de rolagem e a caixa de opção servem para deslocar o cursor na coluna. Na Figura acima o controle

apontava para “Consumo Final” (posição destacada na célula ativada) e a escolha foi feita na caixa de opção ao lado. Se a caixa do opção “Verificar Tabela” estiver ativada como é mostrado na ilustração à direita a lista de variáveis escolhidas será refeita a cada modificação. Se desativada a lista será feita quando a janela for ativada.

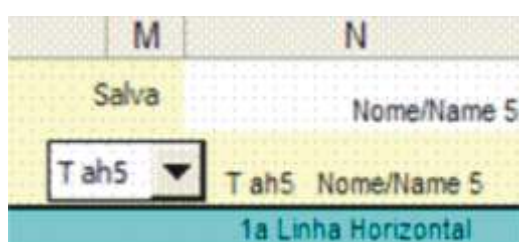
Também pode-se fazer manualmente a escolha de variáveis: para isto basta digitar x no quadrado correspondente e para excluir digitar Del (apagar). Uma vez selecionados os energéticos e as contas, clicar em Verificar a tabela.



Para montar a tabela com os dados clicar em Montar a tabela ad hoc.

No exemplo acima, foram selecionadas as contas Produção, Importação, Oferta Total, Exportação, Oferta Interna Bruta, Consumo Final e Geração Elétrica por fonte e foram escolhidos os energéticos Petróleo, Gás Natural, Carvão Mineral, Carvão Vegetal e Álcool Etílico. Embora seja opcional deve-se sempre incluir os primeiros itens (energético e unidade na primeira coluna e conta na segunda coluna). Esta opção possibilita escrever os nomes das variáveis).

Se desejado, a tabela pode ser salva em uma das cinco planilhas reserva

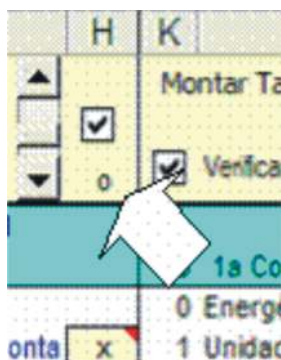




Os energéticos e as contas listados em azul são aqueles que constam do Balanço Energético Consolidado do BEN enquanto que os listados em preto são ou a subdivisão do energético imediatamente acima ou energéticos acrescentados à lista do Balanço Consolidado.

Para facilitar o preenchimento da tabela clicando-se no alto das caixas de opção, no local indicado pela seta, pode-se assinalar ou desmarcar o total das células da coluna abaixo

Na planilha principal, quando houver necessidade, clicar em “Calcular” que consta no topo da tela à direita. O controle “Montar Tabela ad hoc” abre a planilha para construção de tabela ad hoc.





Anexo 3

Tabelas de Carbono Contido nos Combustíveis para Anos Selecionados

1970

1980

1990

1994

1999

2002

[illegible]

1980 Carbono Contido

[illegible]

1990 Carbono Contido

[illegible]



1999 Carbono Contido

CONTA / ENERGIA	PETROLEO	GAS NATU RAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO MET.	URÂNIO (RÚSSO)	EN. HIDRÁULICA	LENHA	PRODUT. CANA AC.	OUTRAS	ENERGIA PRIMÁRIA	ÓLEO DIESEL	ÓLEO COMBUST.	GASOLINA	GLP	NAFTA	QUEIROS	GAS CIADADE	COQUE CARVIM	URÂNIO CIUAOS	ELETRICIDADE	CARVÃO VEGETAL	ALCOOL ETILICO	OUT. SEC. PETROL.	PROD. NAO EN. PET.	OUT. C. MIN.	ENERGIA SECUND.	TOTAL
PRODUT. CANA AC.	42.330	3.923	22.725	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
LENHA	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
EN. HIDRÁULICA	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
URÂNIO (RÚSSO)	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
CARVÃO MET.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
CARVÃO VAPOR	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
OUTRAS	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ENERGIA PRIMÁRIA	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ÓLEO DIESEL	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ÓLEO COMBUST.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
GASOLINA	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
GLP	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
NAFTA	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
QUEIROS	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
GAS CIADADE	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
COQUE CARVIM	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
URÂNIO CIUAOS	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ELETRICIDADE	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
CARVÃO VEGETAL	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ALCOOL ETILICO	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
OUT. SEC. PETROL.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
PROD. NAO EN. PET.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
OUT. C. MIN.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
ENERGIA SECUND.	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750
TOTAL	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750	2.750



2002 Carbono Contido

CONTA / ENERGIA	PETROLEO	GAS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO MET.	URÂNIO (USO)	EN. HIDRÁULICA	LENHA	PRODUT. CARV. AC.	OUTRAS	ENERGIA PARAL.	ÓLEO DIESEL	ÓLEO COMBUST.	GASOLINA	GLP	NAFTA	QUENOS	GAS CIDADE	COQUE CARVIM.	URÂNIO CILOS	ELETRICIDADE	CARVÃO VEGETAL	ALCOOL ETILICO	OUT. SEC. PETROL.	PROD. NAO EN. PET.	OUTA. C. MIN.	ENERGIA SECUNDO.	TOTAL
PRODUT. CARV. AC.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
LENHA	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324	13 324
PRODUT. CARV. AC.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
OUTRAS	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ENERGIA PARAL.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ÓLEO DIESEL	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ÓLEO COMBUST.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
GASOLINA	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
GLP	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
NAFTA	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
QUENOS	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
GAS CIDADE	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
COQUE CARVIM.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
URÂNIO CILOS	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ELETRICIDADE	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
CARVÃO VEGETAL	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ALCOOL ETILICO	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
OUT. SEC. PETROL.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
PROD. NAO EN. PET.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
OUTA. C. MIN.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
ENERGIA SECUNDO.	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
TOTAL	63 396	13 324	9 428	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33



Anexo 4

Resultados da Avaliação de Emissões para Anos Anteriores e Posteriores ao Inventário
a partir de Coeficientes Extraídos da Metodologia “Bottom_Up”



Projetos:

Estimativa das emissões de gases de efeito estufa derivadas da queima de combustíveis fósseis no Brasil e Balanço de Carbono Emissões Energéticas 1970/2002

Convênio Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e Economia e Energia - e&e – ONG Nº 01.0077.00/2002 e 01.0065.00/2003

Executor:

Economia & Energia - ONG

Coordenação:

Carlos Feu Alvim

Frida Fidelman

Omar Campos Ferreira

Supervisão:

José Domingos Gonzalez Miguez

Equipe Técnica:

Branca Bastos Americano

Newton Paciornik

Publicação e Divulgação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Coordenação Geral de Mudança Global de Clima

Sítio: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4009.html>

Diagramação e Editoração Gráfica

Pedro Renato Barbosa - pedrorenbarbosa@gmail.com



Sumário

Resumo.	97
1. Resultados	
1.1 Resultados Globais	97
1.2 Emissões no Ano 2002	101
1.2.1 Emissões por Setor.	101
1.2.2 Emissões por Atividade e na Transformação	109
1.3 Emissões por Fonte de Energia.	111
1.3.1 Evolução das Emissões por Setor.	111
1.3.2: Evolução das Emissões por Atividade.	118
1.4 Evolução das Emissões por Fonte de Energia no Período 1970/2002	120
1.4.1 Emissões por Energia Primária de Origem.	120
1.4.2 Emissões por Fonte de Energia.	126
2. O Programa benemis_e.	127
2.1 Conteúdo do Programa.	127
2.2 Os Coeficientes.	128



Resumo

As emissões provenientes do uso e transformação de energia representam, na maioria dos países, a parcela mais importante do total dos gases que contribuem para o efeito estufa, que ocasiona o aquecimento da atmosfera.

Foram estimadas as emissões dos gases causadores do efeito estufa provenientes do uso de energia e transformação de energia no Brasil, no período 1970/2002. São apresentadas as emissões para os seguintes gases: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), e Outros Compostos Orgânicos Voláteis, exceto Metano (NMVOCs).

As emissões foram calculadas através do programa benemis-e, desenvolvido pela Economia e Energia –ONG para o Ministério da Ciência e Tecnologia. O programa parte dos dados do Balanço Energético Nacional – BEN, e dados de coeficientes de emissões, fornecidos pela equipe que elabora o inventário brasileiro dos gases causadores do efeito estufa.

São apresentados tabelas e gráfico dos seguintes resultados:

Resultados globais

Emissões no ano 2002

Evolução das emissões por setor e atividade no período 1970/2002

Evolução das emissões por fonte de energia no período 1970/2002

1. Resultados

1.1 Resultados Globais

A emissão dos principais gases considerados é apresentada na Tabela 1.1. Além dos resultados do programa, foram também incluídos na Tabela dados referentes à população e ao Produto Interno Bruto (PIB).



Tabela 1.1 Emissões Causadoras do Efeito Estufa, associadas ao Uso de Energia para anos selecionados (Emissões Brasil: 1970/2002)

	Unidade	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
CO₂	mil Gg/ano	221,2	282,6	334,5	363,0	374,9	422,3	480,2	507,1
CO₂ *	mil Gg/ano	79,5	133,9	176,4	168,6	194,3	244,3	302,5	315,0
CH₄	mil Gg/ano	0,27	0,32	0,33	0,36	0,33	0,27	0,27	0,28
N₂O	mil Gg/ano	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010
NOx	mil Gg/ano	0,6	1,0	1,2	1,3	1,4	1,7	2,1	2,2
CO	mil Gg/ano	14,9	17,3	15,6	14,0	13,9	12,6	13,4	13,9
CO *	mil Gg/ano	4,5	6,9	5,7	4,2	5,2	4,9	5,9	6,0
NMVOCs	mil Gg/ano	1,1	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3
C	mil Gg/ano	67,8	85,9	99,2	106,3	109,5	121,7	137,9	145,5
C*	mil Gg/ano	24,7	40,9	51,9	49,1	56,5	69,9	86,3	89,7
habitantes	milhão	94,5	107,0	120,0	133,1	146,1	158,8	171,0	175,6
PIB	PIB(80)=100	43,6	67,5	100,0	113,7	123,6	143,8	160,8	165,7
PIB	US\$bi(2000)	161,3	249,6	369,6	420,2	456,8	531,4	594,2	612,4
C*/US\$	kg/US\$	0,153	0,164	0,140	0,117	0,124	0,132	0,145	0,147
C*/hab	t/hab.ano	0,262	0,382	0,432	0,369	0,387	0,440	0,505	0,511
CO₂*/US\$	kg/US\$	0,493	0,537	0,477	0,401	0,425	0,460	0,509	0,514
CO₂*/habit	t/hab.ano	0,842	1,251	1,470	1,266	1,330	1,538	1,770	1,794

(*) Emissões excluindo biomassa

Foram apresentadas na Tabela 1.1 as emissões para todos os gases considerados no programa. Também são apresentados os dados para o dióxido de carbono com supressão da emissão da biomassa (CO₂*), conforme recomendação do IPCC, e os dados sem essa supressão (CO₂). Igualmente foram representados os dados para o CO que poderiam ser objeto da mesma discriminação já que, em poucos anos, o CO converte-se em CO₂ anulando-se o seu efeito quando proveniente da biomassa (absorvido=emitido). Para os outros compostos de carbono (CH₄ e NMVOCs), a dinâmica é mais complexa embora, no longo prazo, o CO₂ resultante, quando proveniente de biomassa renovada, seja nulo. Como uma medida global dessas emissões, pode-se usar o carbono total. Na tabela, estão discriminados o carbono correspondente às emissões com combustíveis renováveis e o total.

Na Tabela 1.2 estão indicados os valores das taxas de crescimento dos parâmetros da tabela anterior entre os anos considerados



Tabela 1.2 Taxas de crescimento anuais de parâmetros correspondentes a emissões causadoras do efeito estufa, associadas ao uso de e transformação de energia, para períodos selecionados (Emissões Brasil: 1970/2002)

	1970/75	1975/80	1980/85	1985/90	1990/95	1995/2000	2000/2002
CO ₂	5,0%	3,4%	1,6%	0,7%	2,4%	2,6%	2,8%
CO ₂ *	11,0%	5,7%	-0,9%	2,9%	4,7%	4,4%	2,0%
CH ₄	3,6%	0,4%	1,8%	-1,6%	-3,8%	-0,4%	2,2%
N ₂ O	1,5%	1,1%	2,6%	-1,1%	2,1%	1,2%	4,4%
NO _x	9,8%	4,6%	0,9%	2,0%	3,3%	4,8%	2,5%
CO	3,0%	-2,1%	-2,1%	-0,2%	-2,0%	1,4%	1,8%
CO *	8,9%	-3,6%	-6,0%	4,1%	-1,0%	3,9%	0,6%
NMVOCS	4,6%	-1,3%	-1,0%	0,6%	-1,8%	1,2%	0,6%
C	4,8%	2,9%	1,4%	0,6%	2,1%	2,5%	2,7%
C*	10,6%	4,9%	-1,1%	2,9%	4,3%	4,3%	2,0%
habitantes	2,5%	2,3%	2,1%	1,9%	1,7%	1,5%	1,3%
PIB	9,1%	8,2%	2,6%	1,7%	3,1%	2,3%	1,5%
PIB	9,1%	8,2%	2,6%	1,7%	3,1%	2,3%	1,5%
C*/US\$	1,3%	-3,0%	-3,6%	1,2%	1,2%	2,0%	0,5%
C*/hab	7,8%	2,5%	-3,1%	1,0%	2,6%	2,8%	0,6%
CO ₂ */US\$	1,7%	-2,3%	-3,4%	1,2%	1,6%	2,1%	0,5%
CO ₂ */habit	8,2%	3,3%	-2,9%	1,0%	3,0%	2,8%	0,7%

(*) Emissões excluindo biomassa

Nas Figuras 1.1 e 1.2 são mostrados os dados da emissão de gases em escala linear e logarítmica.

Figura 1.1 Emissões de gases formadores do efeito estufa, sendo que a escala à direita representa as emissões de CO₂. Os valores assinalados com (*) correspondem a emissão sem a contribuição da biomassa.

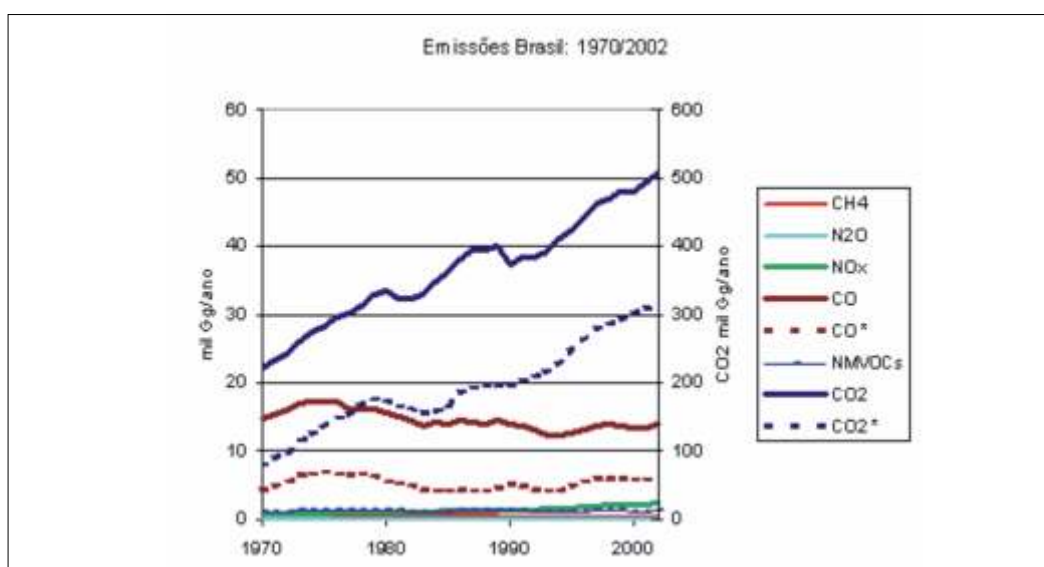




Figura 1.2 Emissões de gases formadores do efeito estufa, em escala logarítmica, sendo que os valores assinalados com (*) correspondem a emissão sem a contribuição da biomassa.

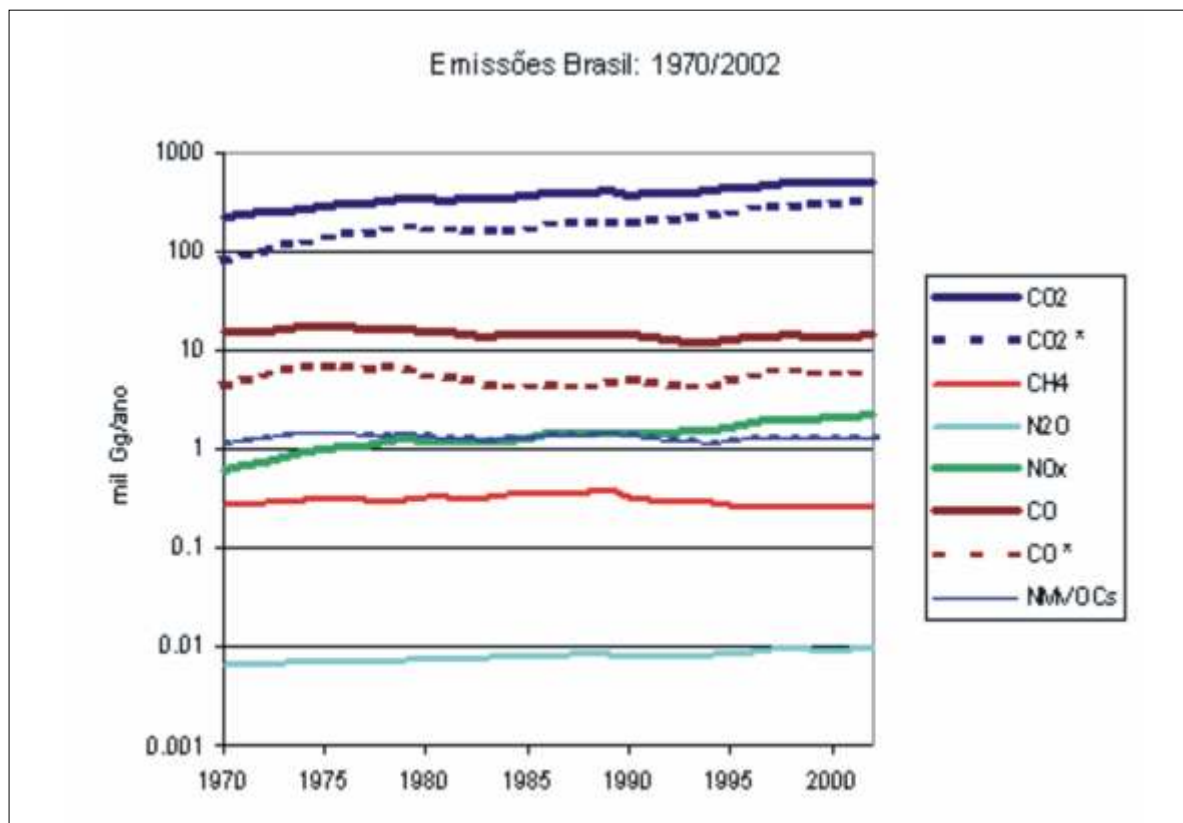


Figura 1.3 Emissões de CO₂ por dólar (valores de 2000) e por habitante no período 1970 a 2002

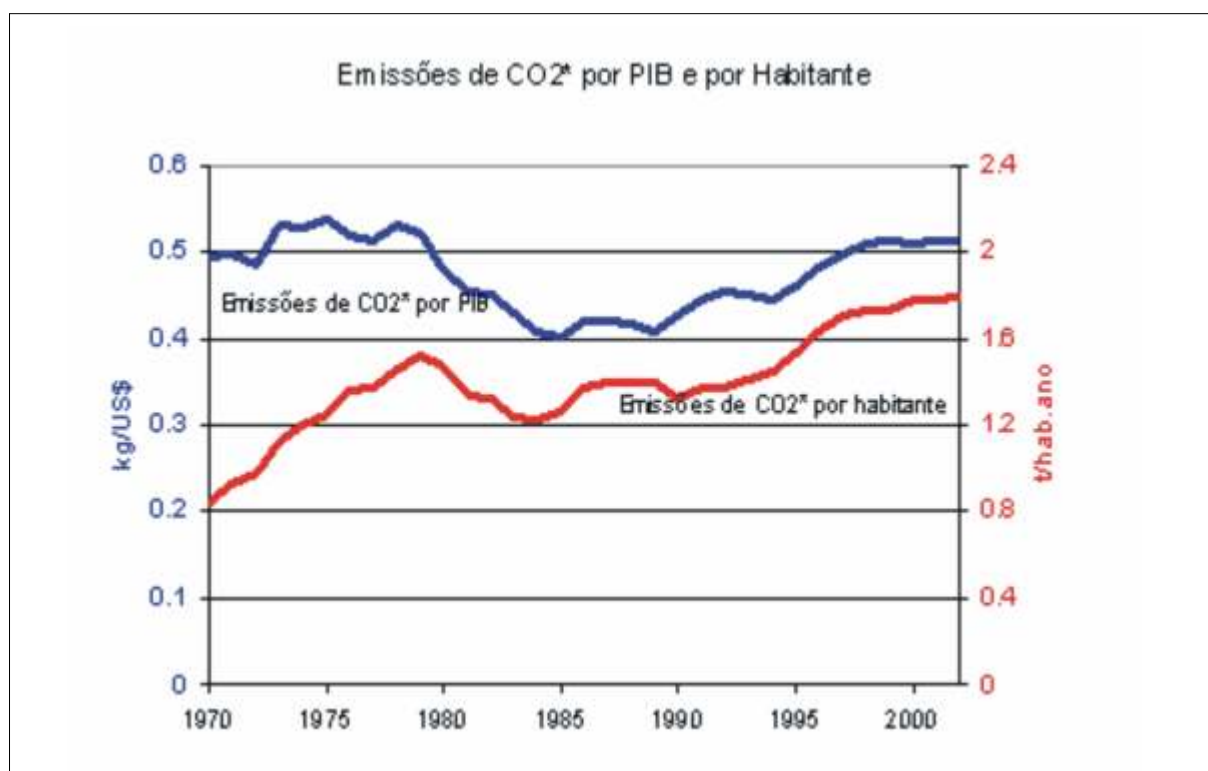
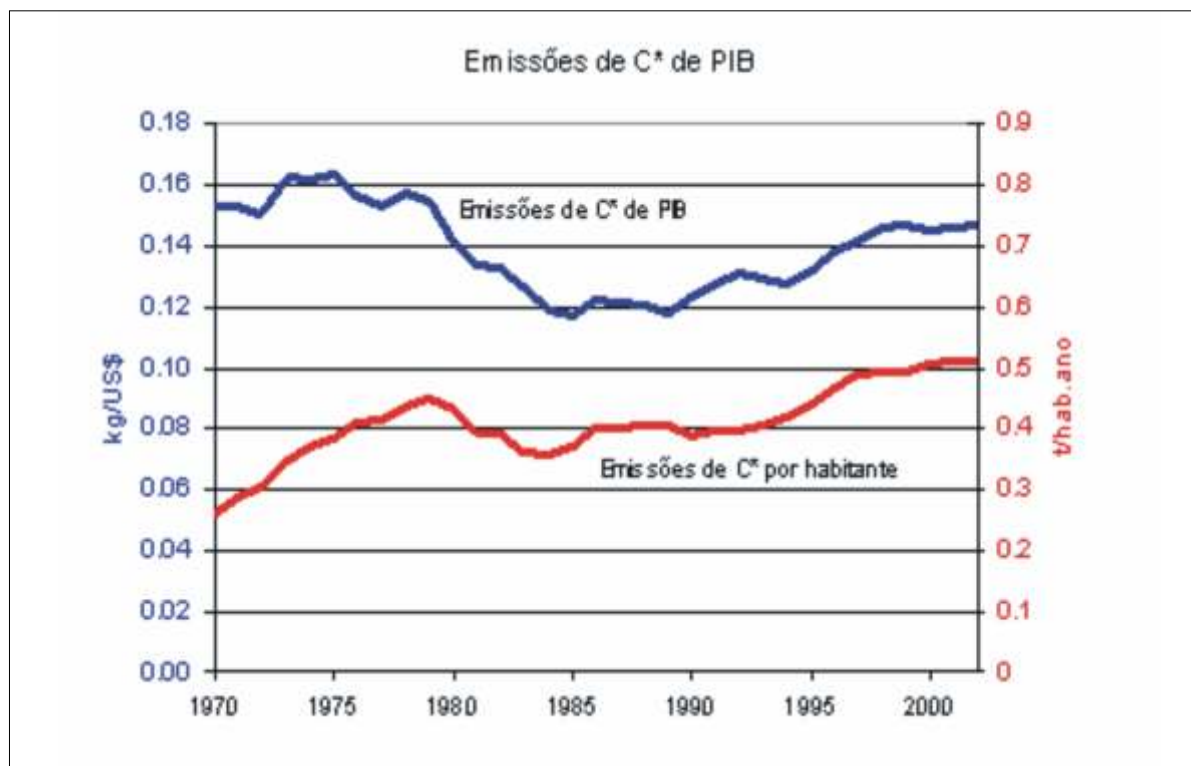




Figura 1.4 Emissões de carbono (carbono contido nas emissões causadoras do efeito estufa) por dólar (valores de 2000) e por habitante no período 1970 a 2002.



As Figuras 1.3 e 1.4 mostram as emissões de CO₂* e C* (valores sem considerar as emissões da biomassa) por habitante e por unidade de PIB. Pode-se observar que em virtude da alta dos preços de petróleo entre 1973 e 1986 houve uma queda de cerca de 20% das emissões por dólar de PIB. Os valores anteriores foram retomados nos últimos anos. Também a emissão por habitante de 1977 só foi alcançada 20 anos depois.

Em emissões de carbono por dólar (de PIB), como é mostrado na Figura 1.4, o Brasil ainda não superou os valores de 1980. Este fato é fundamentalmente devido aos programas de uso da biomassa desenvolvidos após as crises de preço do petróleo de 1973 e 1979 (notadamente álcool carburante) e, ultimamente, ao uso mais intensivo de gás natural.

1.2 Emissões no Ano 2002

1.2.1 Emissões por Setor

São apresentados, a seguir, dados para o ano 2002. As Tabelas 1.3 a 1.8 e as Figuras 1.5 a 1.11 mostram, para anos selecionados, as emissões por setor.



Tabela 1.3 Emissões de CO₂ por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em mil Gg/ano (sem biomassa)

	GÁS NATURAL	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL P/ EFEITO ESTUFA	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS
TRANSFORMAÇÃO	6,0	10,1	6,8	22,9	26,3
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1,0	4,6	0,1	5,7	0,0
SETOR ENERGÉTICO	5,0	11,5	0,0	16,5	26,0
RESIDENCIAL	0,3	16,2	0,0	16,6	32,9
COMERCIAL	0,4	2,2	0,0	2,6	0,5
PÚBLICO	0,1	2,1	0,0	2,2	0,0
AGROPECUÁRIO	0,0	16,5	0,0	16,5	6,4
TRANSPORTES (TOTAL)	1,9	126,7	0,0	128,6	13,2
INDUSTRIAL (TOTAL)	12,6	41,2	42,7	96,5	93,7
Consumo Final Energético (*)	19,4	211,6	42,7	273,7	172,7
TOTAL GERAL	27,3	231,1	49,7	308,0	199,1

(*) Exclui Transformação e não energético

Figura 1.5 Emissões de CO₂ (excluindo biomassa) para o ano de 2002 com combustíveis agrupados por origem.

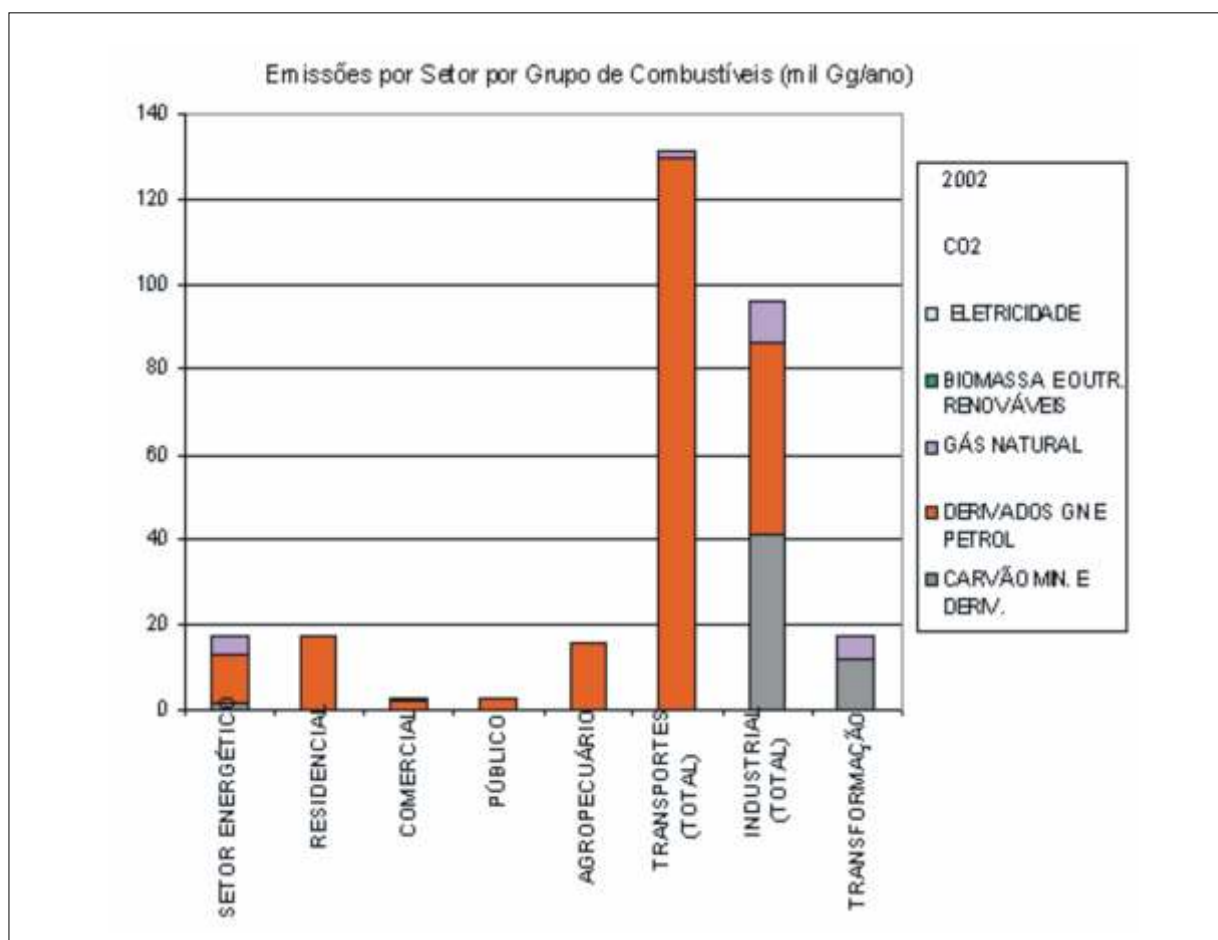




Figura 1.6 Emissões percentuais totais de CO₂ por setor, com e sem biomassa

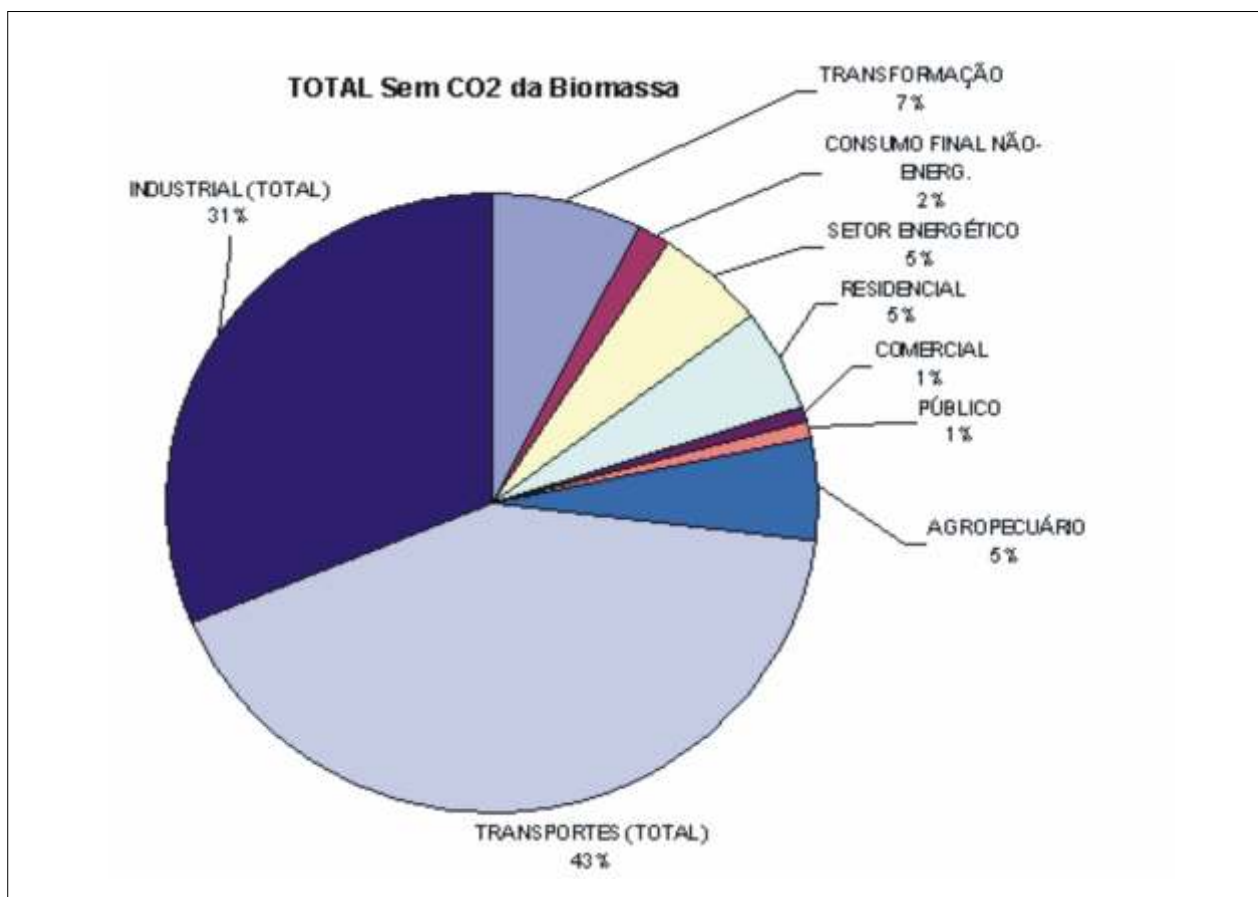
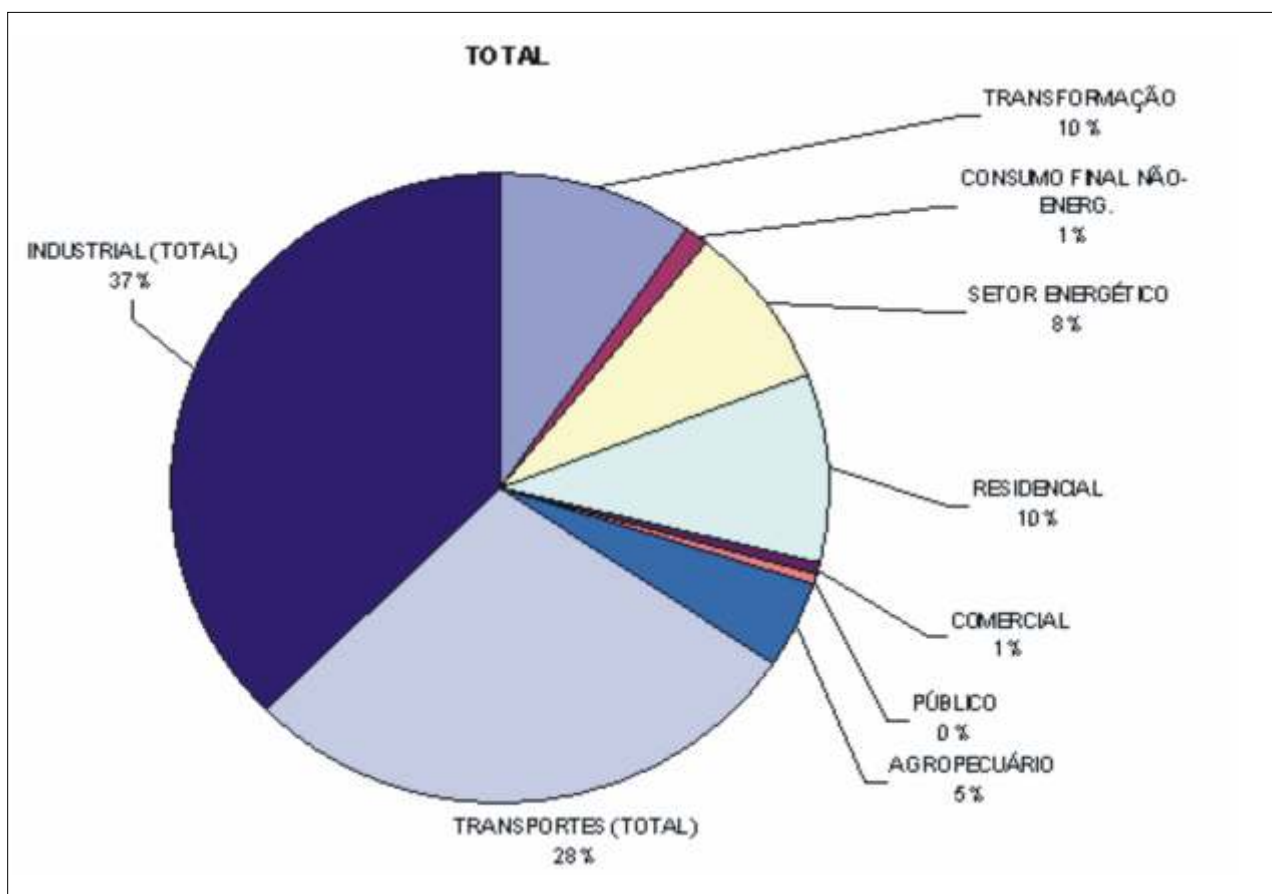




Tabela 1.4 Emissões de CH₄ por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em Gg/ano

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTROS RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	0,640	116,590	0,322	0,047	117,600
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SETOR ENERGÉTICO	0,078	8,085	0,134	0,000	8,297
RESIDENCIAL	0,019	71,884	0,304	0,004	72,211
COMERCIAL	0,009	1,150	0,049	0,001	1,208
PÚBLICO	0,001	0,000	0,063	0,000	0,064
AGROPECUÁRIO	0,000	8,315	2,178	0,000	10,492
TRANSPORTES (TOTAL)	1,710	1,563	10,777	0,000	14,050
INDUSTRIAL (TOTAL)	0,264	54,089	0,863	0,426	55,642
Consumo Final (*)	2,080	145,086	14,368	0,430	161,965
TOTAL GERAL	2,721	261,677	14,690	0,477	279,564

(*) Exclui Transformação

Figura 1.7 Emissões de CH₄ para o ano de 2002 por grupo de combustíveis.

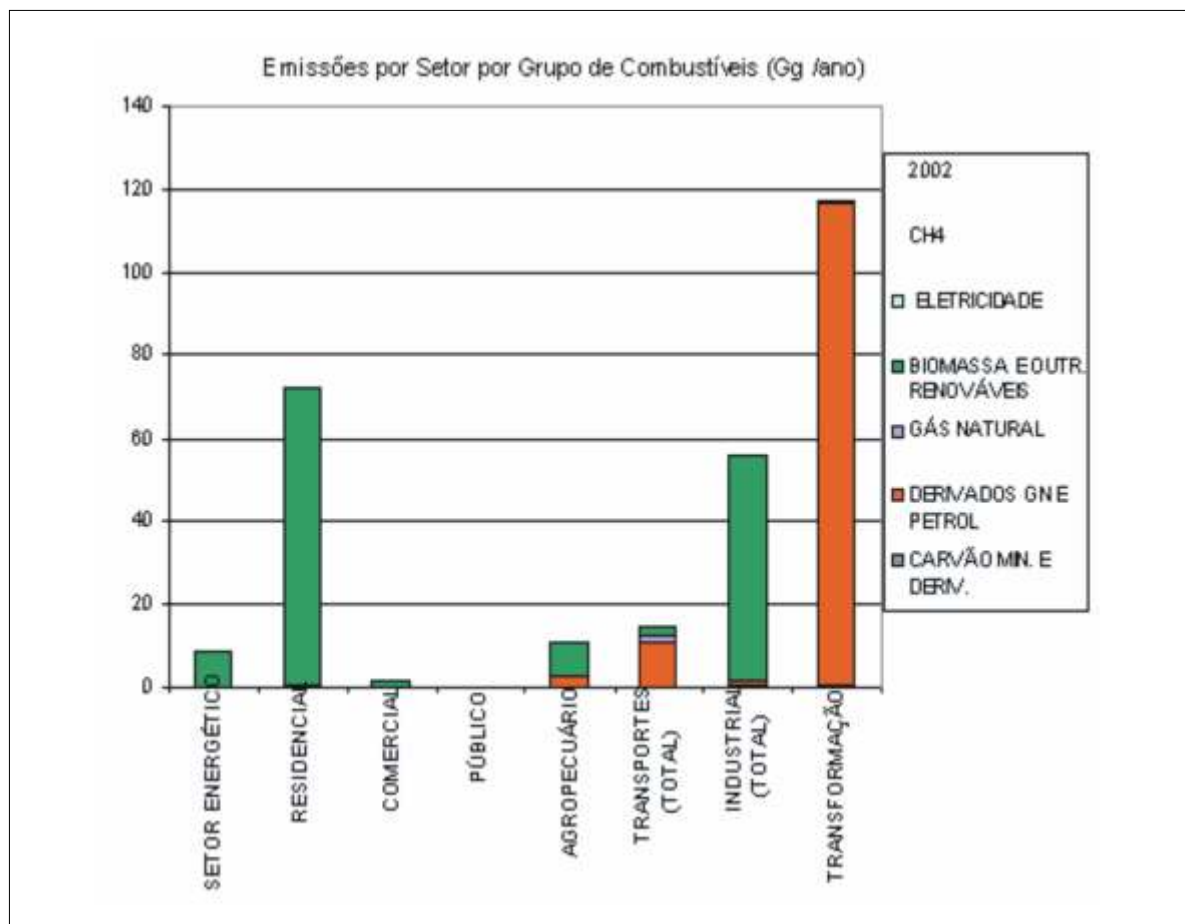




Tabela 1.5 Emissões de N₂O por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em Gg/ano

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTROS RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	0,011	0,285	0,060	0,054	0,409
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SETOR ENERGÉTICO	0,009	1,078	0,036	0,000	1,123
RESIDENCIAL	0,001	1,318	0,027	0,000	1,346
COMERCIAL	0,009	0,014	0,008	0,000	0,031
PÚBLICO	0,001	0,000	0,007	0,000	0,009
AGROPECUÁRIO	0,000	0,278	0,133	0,000	0,411
TRANSPORTES (TOTAL)	0,003	0,421	1,935	0,000	2,360
INDUSTRIAL (TOTAL)	0,023	3,559	0,341	0,548	4,471
Consumo Final Energético (*)	0,046	6,667	2,488	0,549	9,750
TOTAL GERAL	0,057	6,952	2,548	0,602	10,159

(*) Exclui Transformação e não energético

Figura 1.8 Emissões de N₂O para o ano de 2002 por grupo de combustíveis.

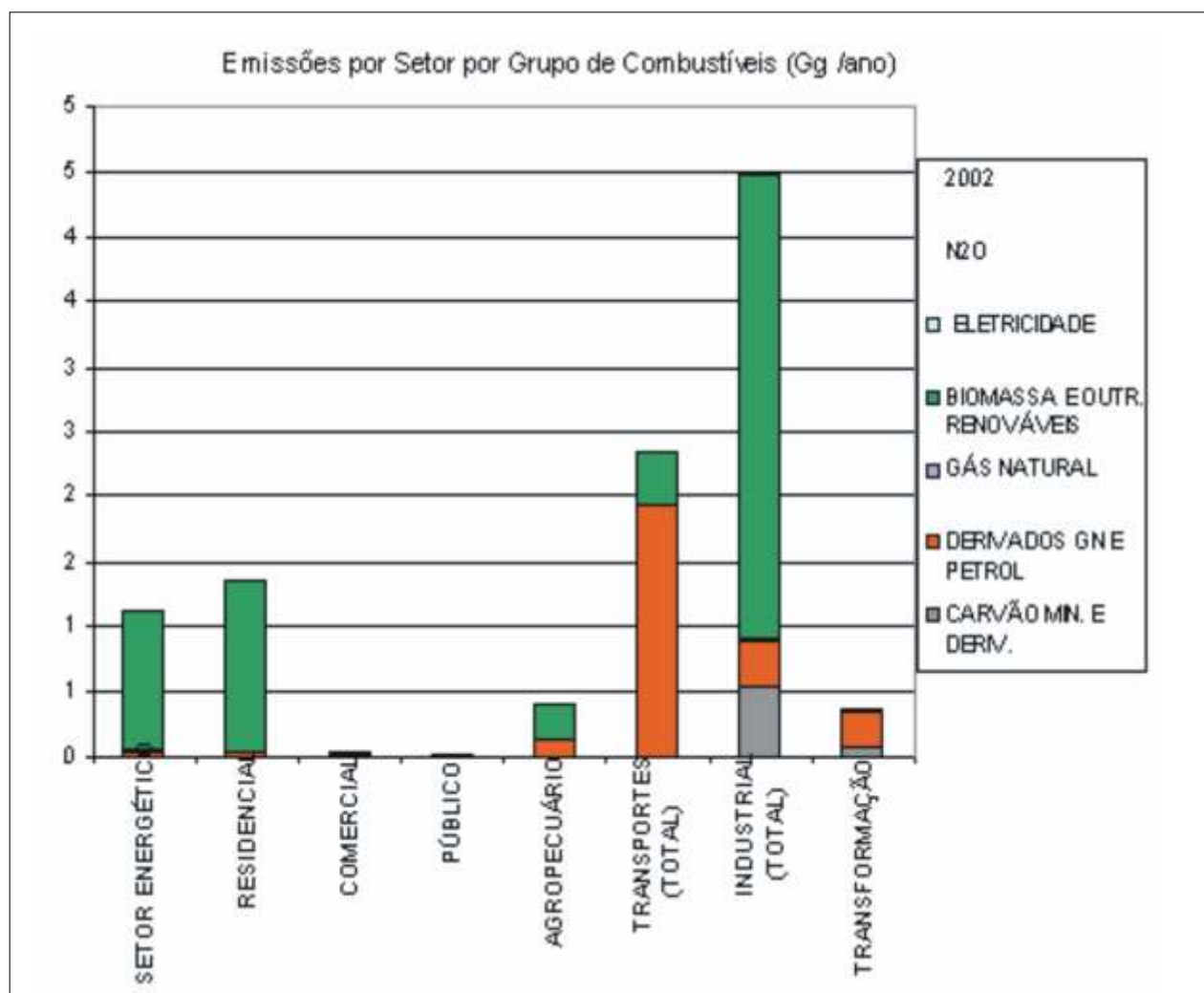




Tabela 1.6 Emissões de NO_x por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em Gg/ano.

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	20,275	17,830	98,175	56,646	192,926
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SETOR ENERGÉTICO	81,481	18,360	80,158	0,000	179,999
RESIDENCIAL	0,281	40,816	12,294	0,037	53,429
COMERCIAL	4,433	0,546	3,930	0,006	8,916
PÚBLICO	0,605	0,000	2,802	0,000	3,407
AGROPECUÁRIO	0,000	5,482	2,275	0,000	7,756
TRANSPORTES (TOTAL)	20,521	88,274	1136,582	0,000	1245,377
INDUSTRIAL (TOTAL)	184,435	96,315	173,512	78,165	532,427
Consumo Final Energético (*)	291,755	249,793	1411,553	78,209	2031,311
TOTAL GERAL	312,030	267,623	1509,728	134,855	2224,237

(*) Exclui Transformação e não energético

Figura 1.9 Emissões de NO_x para o ano de 2002 por grupo de combustíveis.

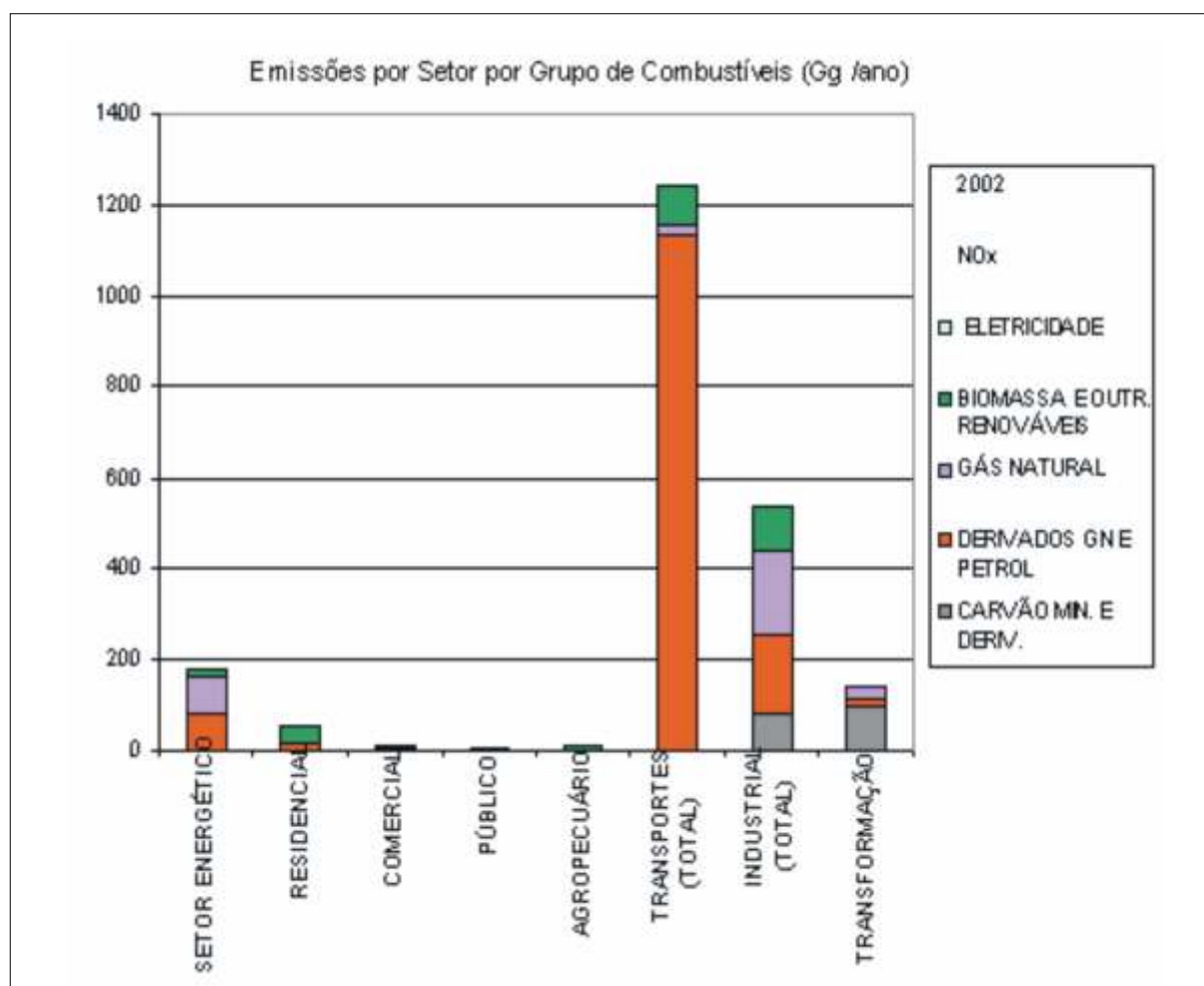




Tabela 1.7 Emissões de CO por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em Gg/ano

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
TRANSFORMAÇÃO	4,909	877,818	23,656	1,032	907,414
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SETOR ENERGÉTICO	6,073	458,994	10,695	0,000	475,763
RESIDENCIAL	0,087	3377,077	2,613	0,014	3379,791
COMERCIAL	0,354	18,107	0,475	0,003	18,939
PÚBLICO	0,048	0,000	0,419	0,000	0,467
AGROPECUÁRIO	0,000	380,000	0,337	0,000	380,337
TRANSPORTES (TOTAL)	13,681	1133,312	5565,984	0,000	6712,976
INDUSTRIAL (TOTAL)	14,459	1948,912	25,173	69,862	2058,407
Consumo Final Energético (*)	34,703	7316,402	5605,695	69,879	13026,679
TOTAL GERAL	39,612	8194,220	5629,351	70,911	13934,094

(*) Exclui Transformação e não energético

Figura 1.10 Emissões de CO para o ano de 2002 por grupo de combustíveis.

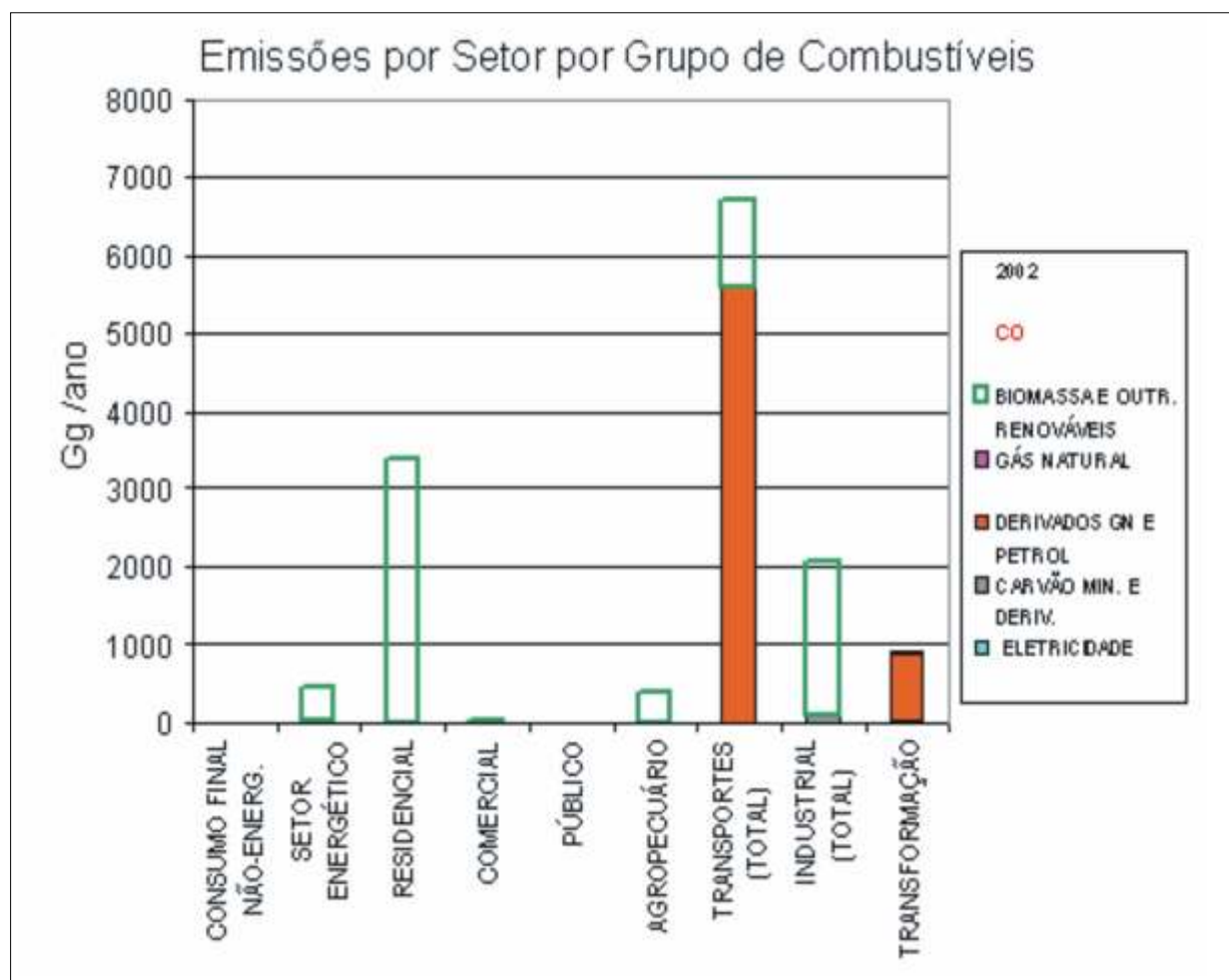


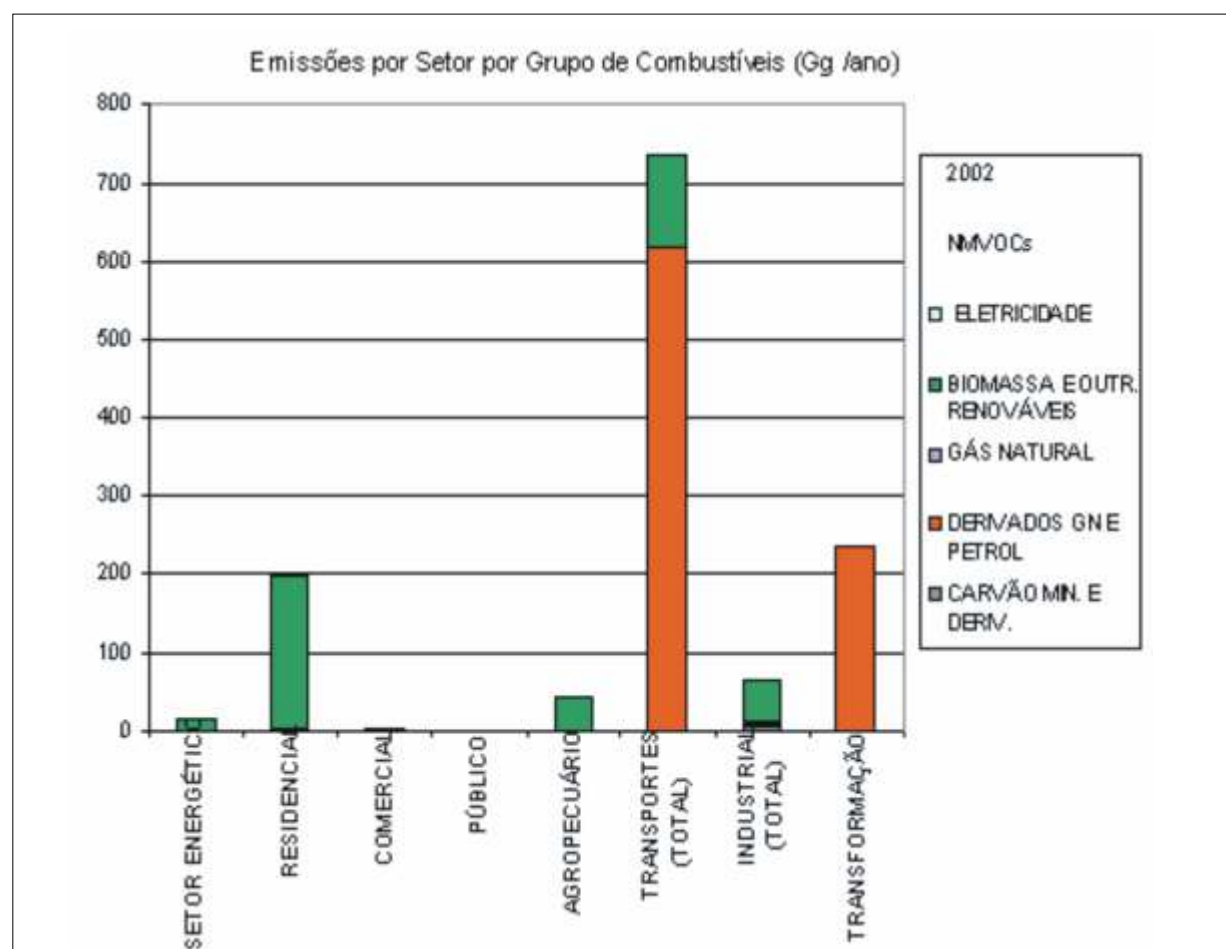


Tabela 1.8 Emissões de NMVOCs por Setor, por Grupo de Combustíveis, para o ano de 2002 em Gg/ano.

	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GNE E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	Total
TRANSFORMAÇÃO	0,534	232,821	0,680	0,365	234,400
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SETOR ENERGÉTICO	0,445	13,475	0,828	0,000	14,748
RESIDENCIAL	0,031	196,794	1,296	0,004	198,124
COMERCIAL	0,038	1,896	0,152	0,001	2,087
PÚBLICO	0,005	0,000	0,155	0,000	0,160
AGROPECUÁRIO	0,000	40,384	1,122	0,000	41,506
TRANSPORTES (TOTAL)	0,171	117,239	618,657	0,000	736,067
INDUSTRIAL (TOTAL)	1,133	53,016	2,536	6,548	63,232
Consumo Final Energético (*)	1,824	422,804	624,744	6,553	1055,925
TOTAL GERAL	2,357	655,625	625,424	6,918	1290,324

(*) Exclui Transformação e não energético

Figura 1.11 Emissões de NMVOCs para o ano de 2002 por grupo de combustíveis.





1.2.2 Emissões por Atividade e na Transformação

As emissões por atividades para o CO₂ (incluindo biomassa) são apresentadas a seguir na Tabela 1.9.e na Figura 1.12. As emissões provenientes de biomassa são representadas “vazadas” no gráfico para indicar que não devem ser consideradas para efeito estufa. Também foram representadas no gráfico da Figura.1.13 as emissões computadas na transformação. É bom lembrar que boa parte das emissões no setor energético é contabilizada como tal, coerentemente com o procedimento adotado no BEN.

Figura 1.12 Emissões de CO₂ por atividade para o ano 2002 em Gg/ano.

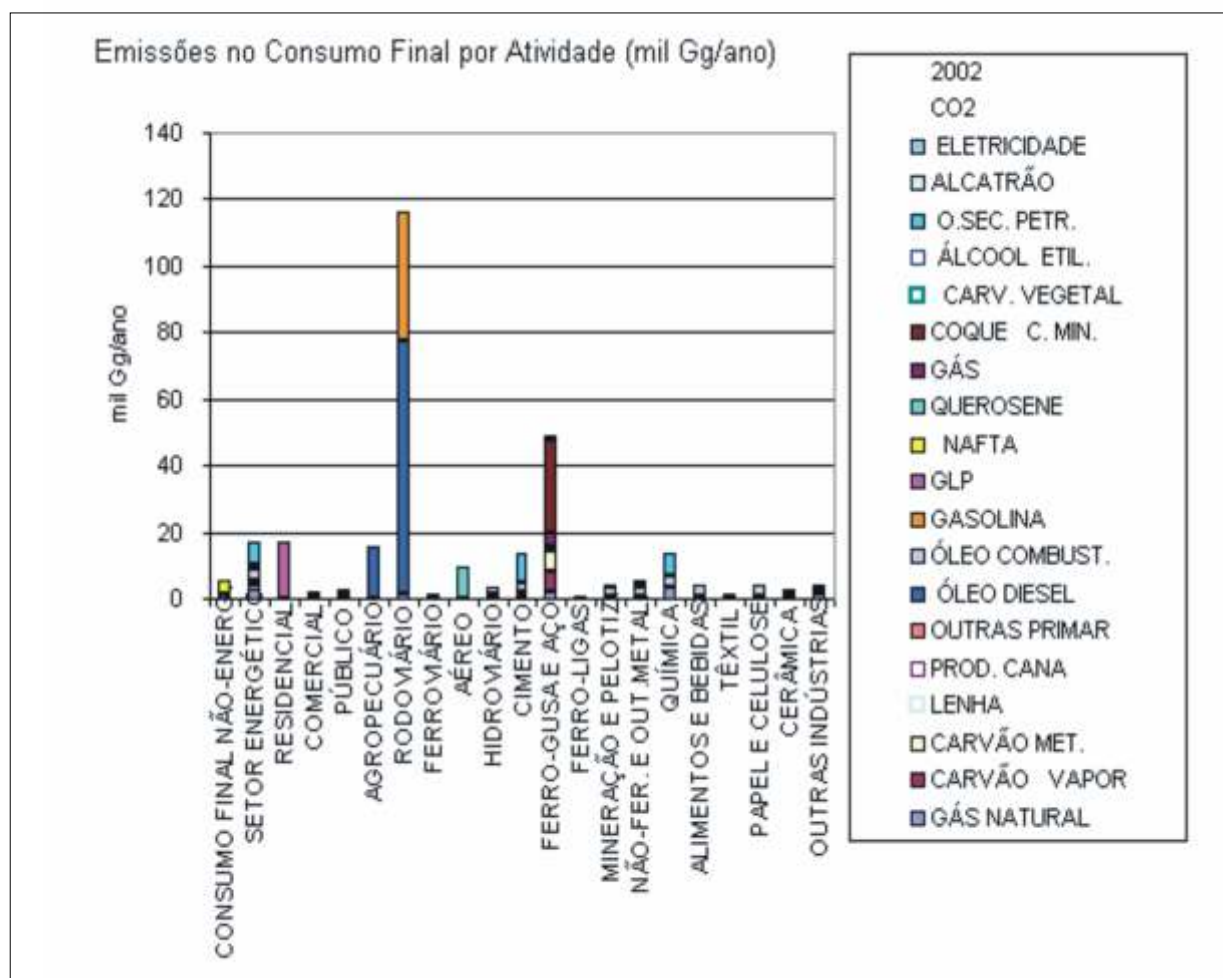
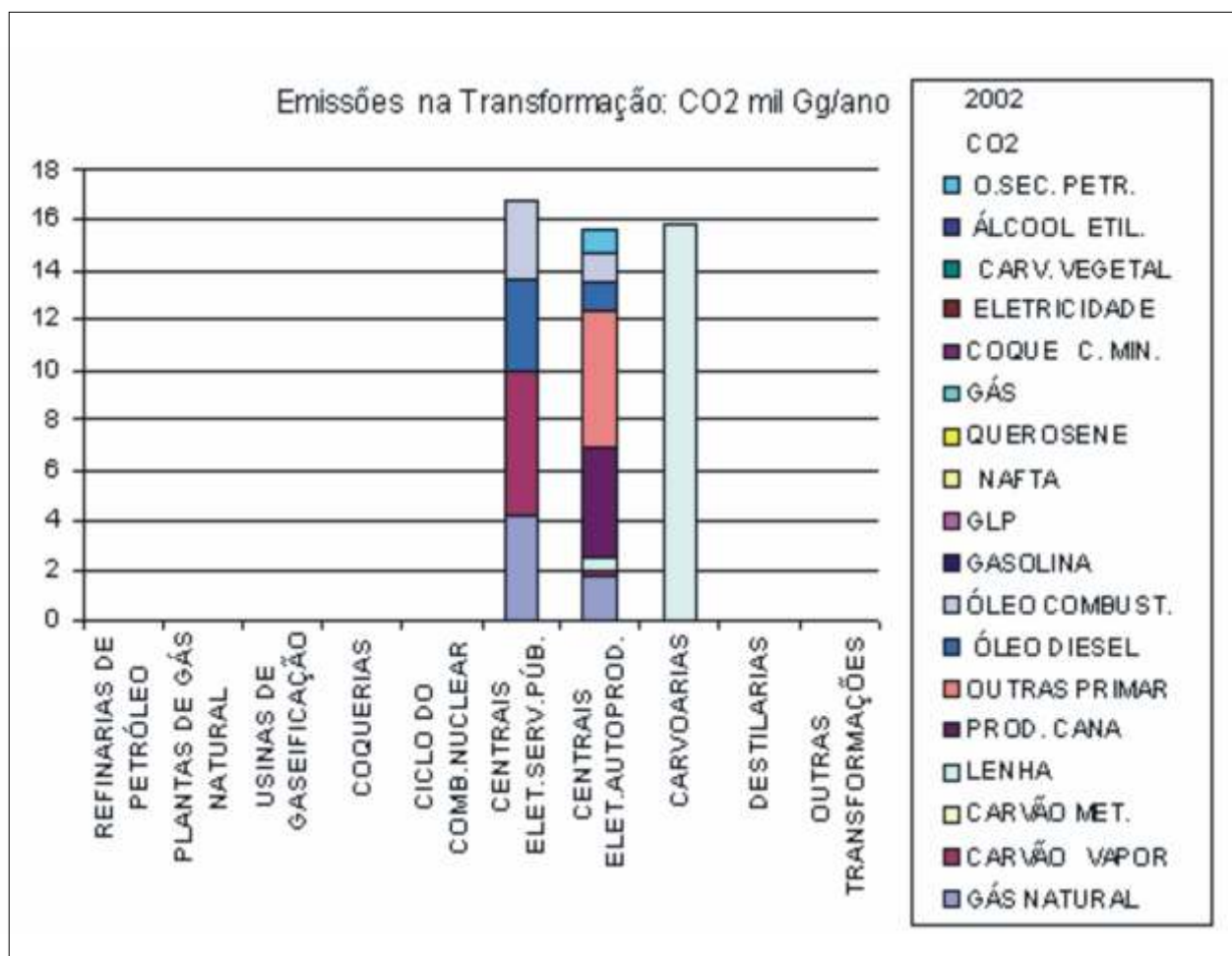



Tabela 1.9 Emissões de CO₂ por Atividade, por Grupo de Combustíveis, para o ano 2002 em Gg/ano

CO ₂	GÁS NATURAL	BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	DERIVADOS GN E PETROL	CARVÃO MIN. E DERIV.	TOTAL
CONSUMO FINAL	21,352	172,714	220,913	42,904	457,884
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,991	0,000	4,641	0,118	5,750
SETOR ENERGÉTICO	4,972	26,000	11,483	0,000	42,455
RESIDENCIAL	0,348	32,885	16,196	0,048	49,478
COMERCIAL	0,428	0,515	2,152	0,008	3,104
PÚBLICO	0,058	0,000	2,107	0,000	2,166
AGROPECUÁRIO	0,000	6,436	16,456	0,000	22,892
RODOVIÁRIO	1,909	13,224	112,619	0,000	127,753
FERROVIÁRIO	0,000	0,000	1,402	0,000	1,402
AÉREO	0,000	0,000	9,404	0,000	9,404
HIDROVIÁRIO	0,000	0,000	3,284	0,000	3,284
CIMENTO	0,195	1,422	9,057	0,531	11,204
FERRO-GUSA E AÇO	2,113	15,472	1,930	40,563	60,078
FERRO-LIGAS	0,000	1,714	0,037	0,204	1,955
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,681	0,000	3,722	0,000	4,403
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,370	0,034	4,664	0,374	5,442
QUÍMICA	3,698	0,168	9,302	0,255	13,422
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,817	52,165	3,082	0,195	56,259
TÊXTIL	0,428	0,310	0,673	0,000	1,411
PAPEL E CELULOSE	0,915	14,028	3,013	0,299	18,254
CERÂMICA	1,518	6,163	1,536	0,110	9,327
OUTRAS INDÚSTRIAS	1,911	2,177	4,152	0,201	8,441
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AJUSTES	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



Figura 1.13 Emissões de CO₂ na transformação para o ano 2002 em Gg/ano.



1.3 Emissões por Fonte de Energia

1.3.1 Evolução das Emissões por Setor

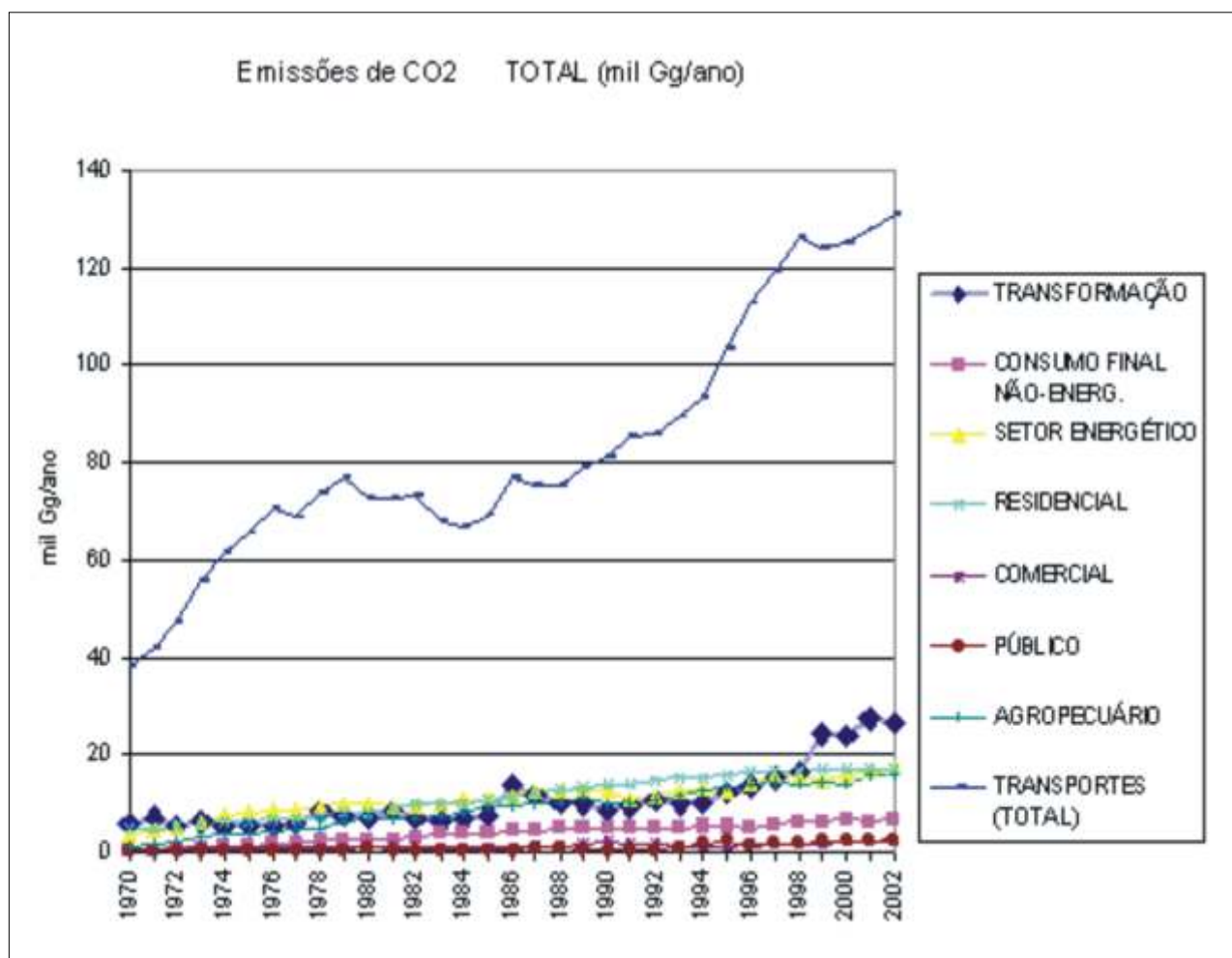
A evolução das emissões por setor é obtida no programa para as diferentes “contas” do BEN. No que se segue, apresenta-se, para cada setor, a evolução das emissões nos principais setores para os diferentes gases nas Tabelas 1.10 a 1.15 e Figuras 1.14 a 1.19.



Tabela 1.10 Emissões de CO₂ por Setor (Gg/ano), sem CO₂ da biomassa

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	5,7	5,4	7,4	7,6	8,5	12,1	24,0	26,3
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,4	1,5	2,7	4,2	4,8	5,2	6,7	6,8
SETOR ENERGÉTICO	3,7	7,9	9,9	10,9	12,4	12,6	15,9	17,1
RESIDENCIAL	5,0	6,2	8,3	10,8	13,7	15,9	17,0	17,1
COMERCIAL	0,5	0,8	1,2	0,9	2,0	1,6	2,1	2,2
PÚBLICO	0,3	0,6	0,8	0,6	0,5	2,1	2,1	2,6
AGROPECUÁRIO	1,2	3,8	7,2	9,3	10,1	13,4	14,1	15,8
TRANSPORTES (TOTAL)	38,2	65,4	72,6	69,3	81,4	103,2	125,1	131,1
INDUSTRIAL (TOTAL)	24,5	42,2	66,4	54,9	60,9	78,3	95,5	96,1
TOTAL GERAL	80	134	176	169	194	244	303	315

Figura 1.14 Emissões de CO₂ por setor em Gg/ano





Nas tabelas os dados são apresentados para anos escolhidos, no caso, em intervalos de cinco anos e incluindo o último ano disponível. Os dados não incluem CO₂ da biomassa. Note-se que se acrescentou o “setor” transformação onde estão indicadas as emissões nessa etapa do processamento energético. Também estão indicadas as emissões do uso não energético de fontes de energia. As demais emissões correspondem ao consumo final energético.

Tabela 1.11 Emissões de CH₄ por Setor (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	44,6	93,0	117,1	164,3	163,3	129,5	120,0	117,6
SETOR ENERGÉTICO	0,2	0,3	2,7	8,7	8,7	9,2	7,2	8,3
RESIDENCIAL	173,5	165,2	140,4	103,2	76,4	58,3	62,2	72,2
COMERCIAL	2,2	2,2	2,1	2,2	1,7	1,4	1,3	1,2
PÚBLICO	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
AGROPECUÁRIO	25,9	21,6	17,8	15,0	12,7	11,7	10,4	10,5
TRANSPORTES (TOTAL)	6,0	9,5	9,2	8,5	10,5	10,9	12,9	14,1
INDUSTRIAL (TOTAL)	17,5	30,9	39,2	57,4	57,8	52,5	53,7	55,6
TOTAL GERAL	270,0	322,8	328,8	359,4	331,2	273,6	267,8	279,6

Figura 1.15 Emissões de CH₄ por setor em Gg/ano

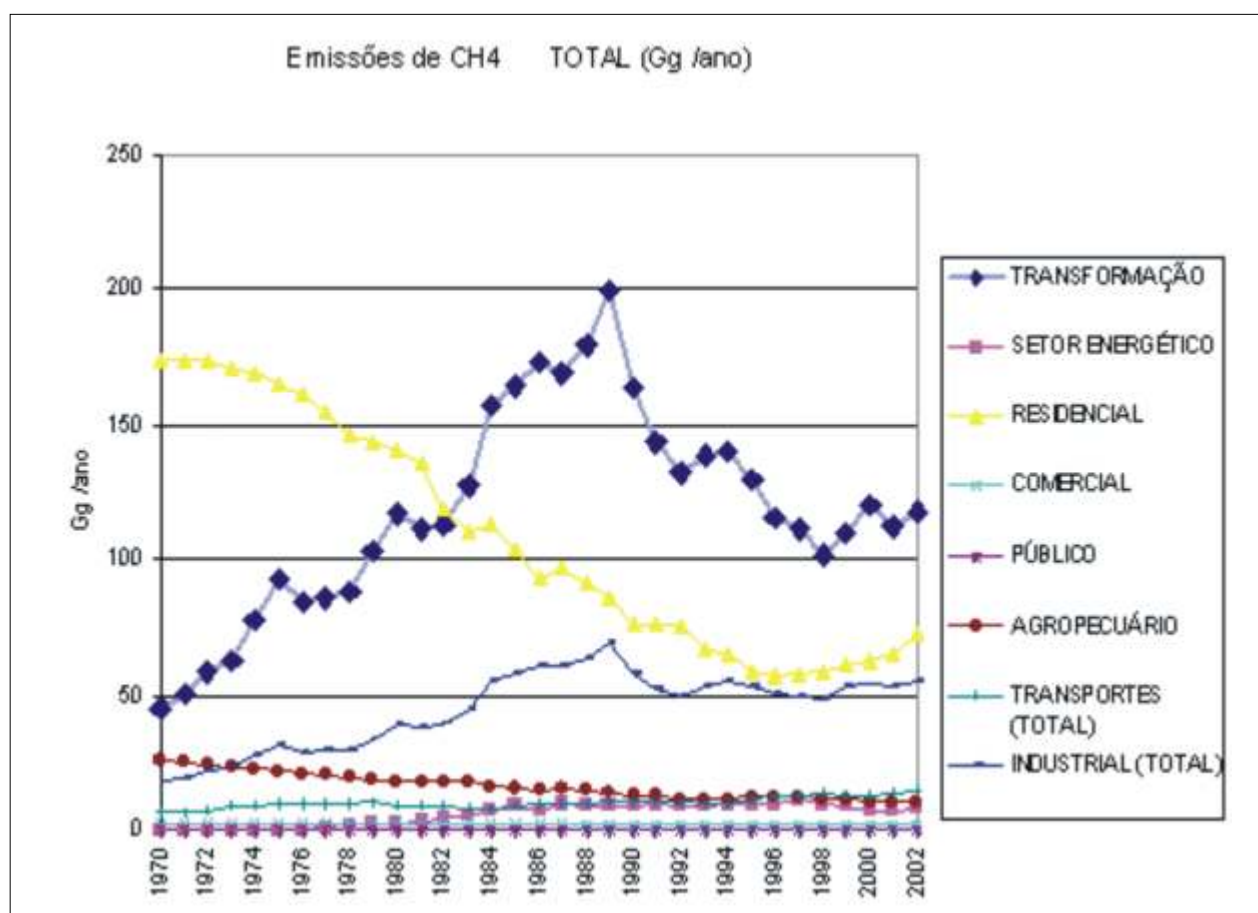




Tabela 1.12 Emissões de N₂O por Setor (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
SETOR ENERGÉTICO	0,0	0,1	0,4	1,2	1,2	1,3	1,0	1,1
RESIDENCIAL	3,3	3,1	2,6	1,9	1,4	1,1	1,2	1,3
COMERCIAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PÚBLICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AGROPECUÁRIO	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
TRANSPORTES (TOTAL)	0,6	1,0	1,1	1,1	1,4	2,1	2,4	2,4
INDUSTRIAL (TOTAL)	1,6	2,0	2,5	3,4	3,2	3,6	4,0	4,5
TOTAL GERAL	6,5	7,0	7,4	8,4	7,9	8,8	9,3	10,2

Figura 1.16 Emissões de N₂O por setor em Gg/ano

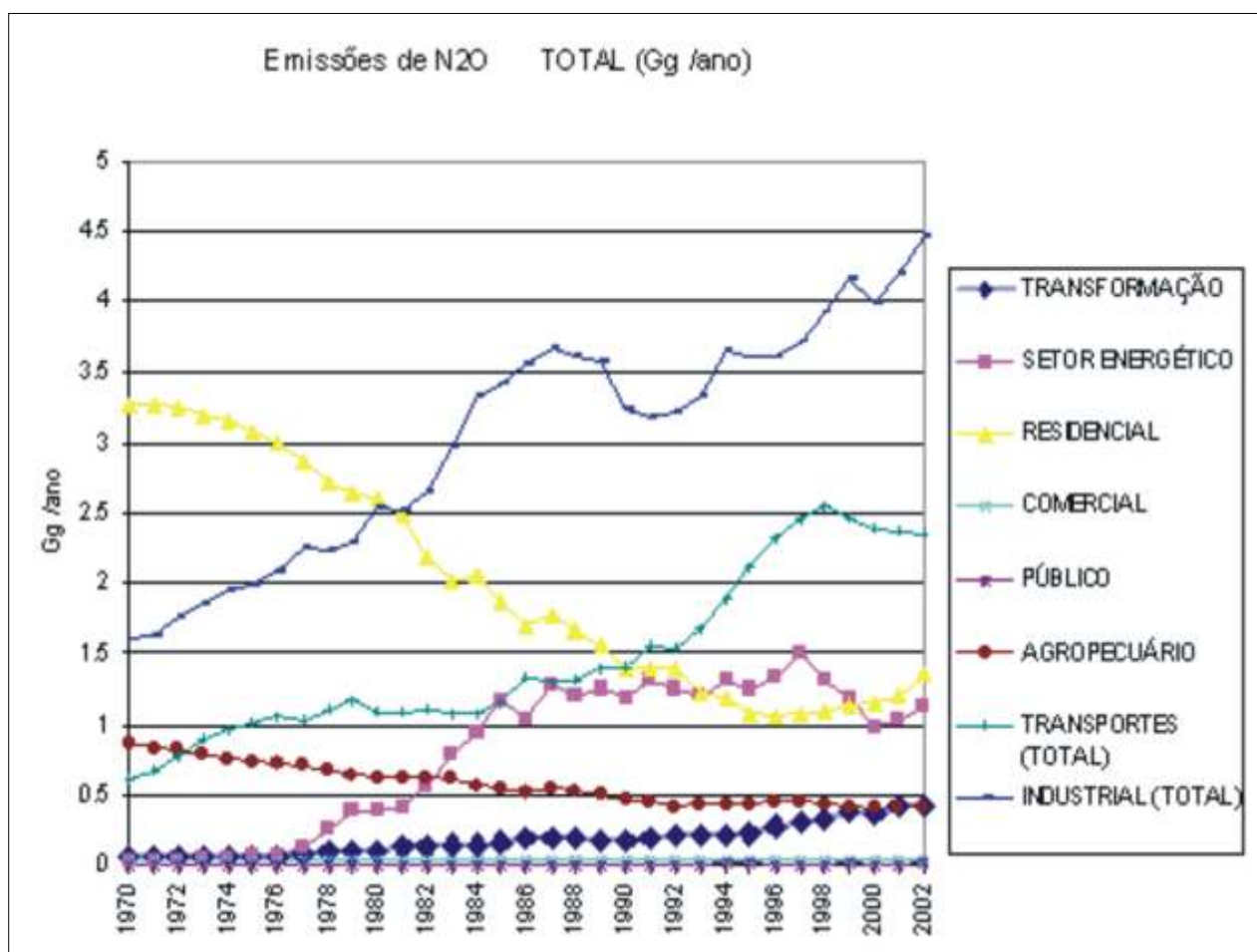




Tabela 1.13 Emissões de NO_x por Setor (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	38,4	37,9	59,1	71,5	82,0	119,3	209,2	192,9
SETOR ENERGÉTICO	22,1	50,9	71,7	111,9	123,1	119,0	170,1	180,0
RESIDENCIAL	103,3	99,2	86,4	66,8	53,7	45,0	48,0	53,4
COMERCIAL	2,1	2,6	3,2	2,5	4,0	4,1	5,8	8,9
PÚBLICO	0,6	1,1	1,5	1,0	1,0	4,2	3,2	3,4
AGROPECUÁRIO	17,1	15,1	12,8	10,0	8,5	8,4	7,7	7,8
TRANSPORTES (TOTAL)	311,4	571,5	702,0	781,6	872,3	1028,9	1189,6	1245,4
INDUSTRIAL (TOTAL)	121,6	205,3	294,7	242,5	277,1	343,3	484,1	532,4
TOTAL GERAL	616,5	983,7	1231,4	1287,7	1421,6	1672,2	2117,6	2224,2

Figura 1.17 Emissões de NO_x por setor em Gg/ano

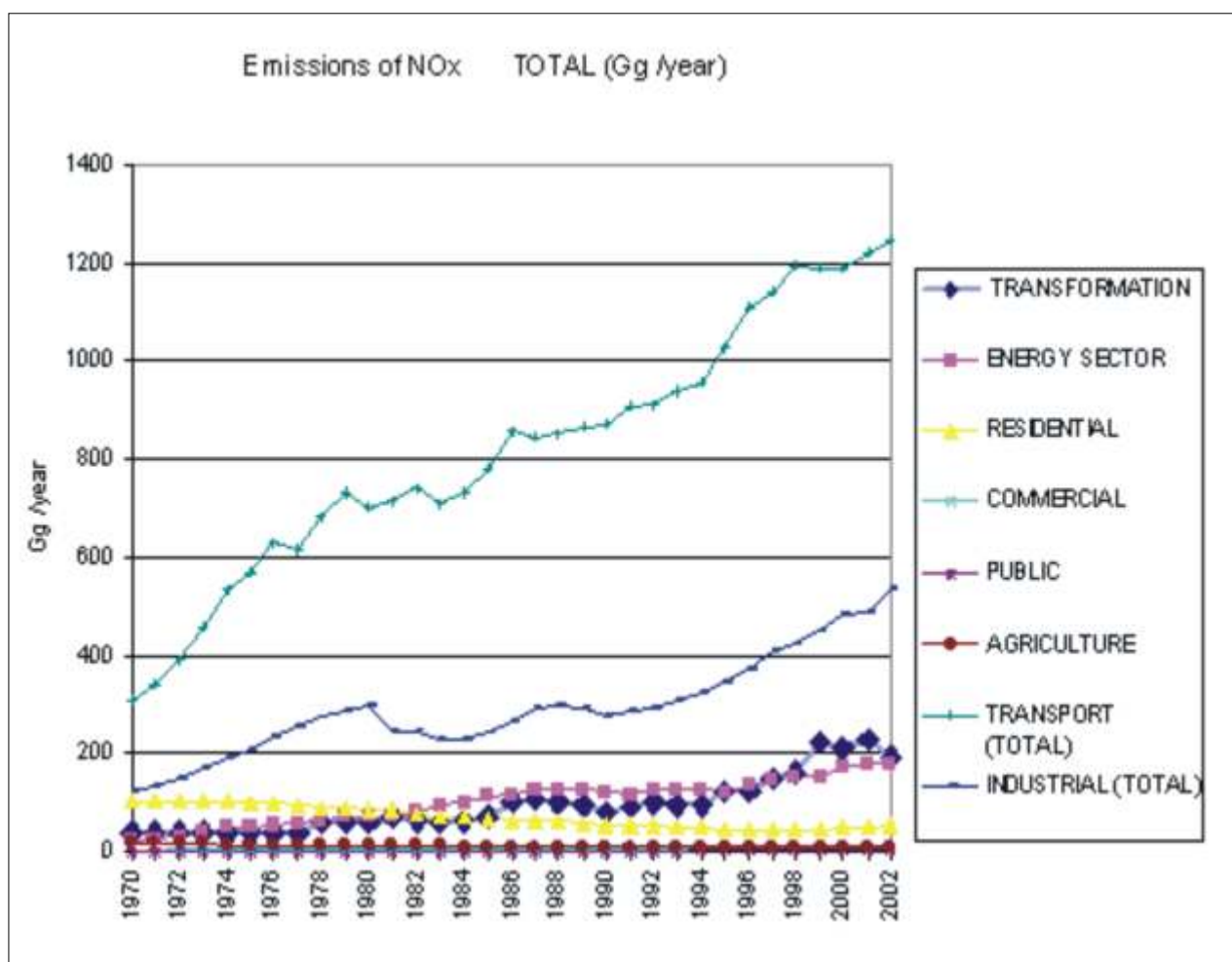




Tabela 1.14 Emissões de CO por Setor (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	308,7	633,9	807,2	1139,5	1141,4	928,5	899,2	907,4
SETOR ENERGÉTICO	9,4	16,7	153,8	493,8	495,5	525,7	412,8	475,8
RESIDENCIAL	8203,6	7786,4	6584,9	4810,5	3559,9	2715,8	2904,5	3379,8
COMERCIAL	12,8	17,3	21,7	22,7	17,9	18,3	20,4	18,9
PÚBLICO	0,3	0,3	1,4	2,1	1,1	1,1	0,4	0,5
AGROPECUÁRIO	1173,7	964,4	773,4	630,5	520,5	451,4	392,0	380,3
TRANSPORTES (TOTAL)	4498,2	6881,0	5977,1	5083,9	6376,7	6142,9	6935,3	6713,0
INDUSTRIAL (TOTAL)	737,4	1019,1	1259,6	1819,9	1762,5	1776,9	1870,8	2058,4
TOTAL GERAL	14944,0	17319,0	15579,2	14003,0	13875,4	12560,7	13435,5	13934,1

Figura 1.18 Emissões de CO por setor em Gg/ano

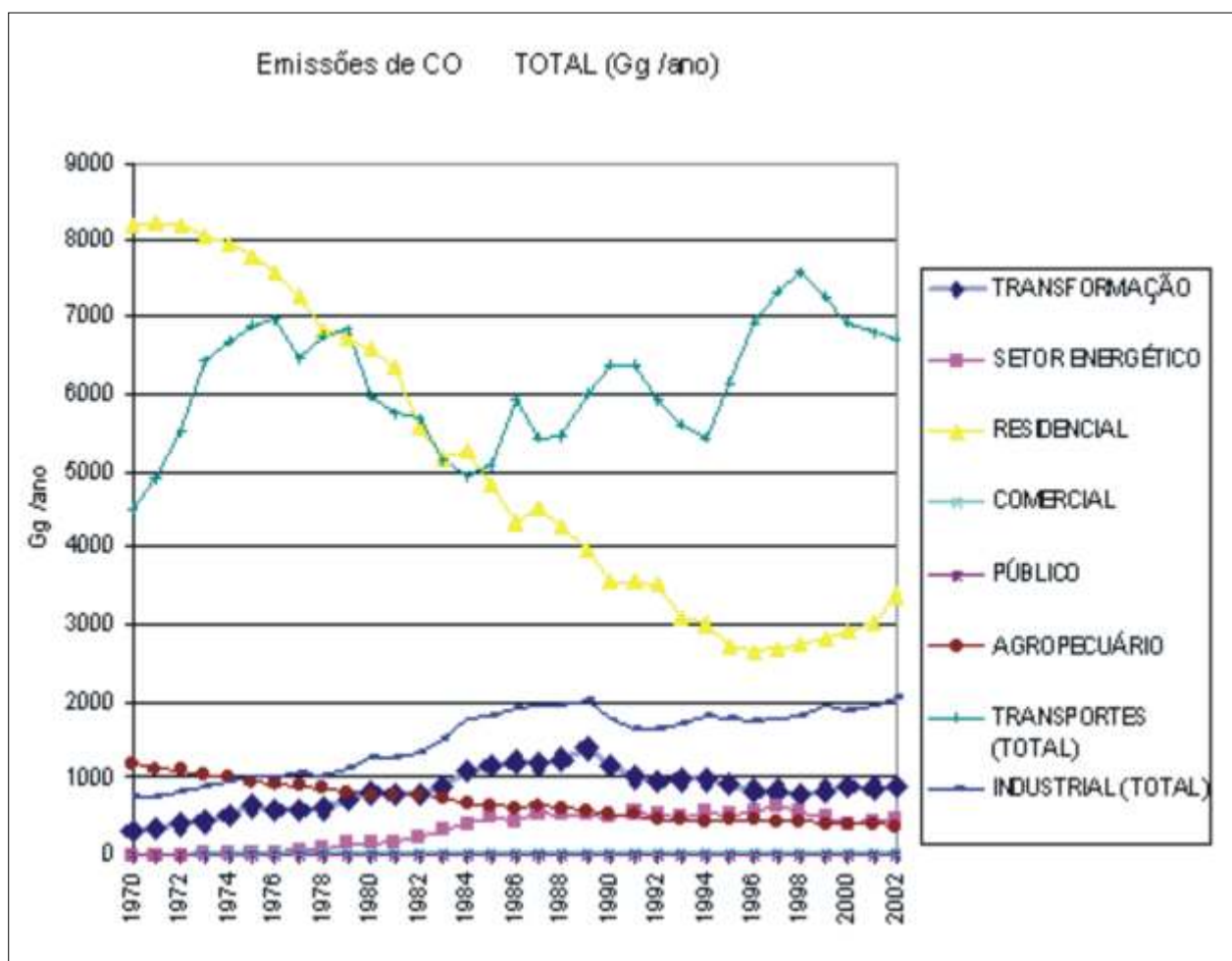




Tabela 1.15 Emissões de NMVOCs por Setor (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	89,4	186,1	234,4	328,6	326,7	259,0	240,2	234,4
SETOR ENERGÉTICO	0,4	0,8	4,9	14,9	15,0	16,0	12,9	14,7
RESIDENCIAL	486,7	458,9	384,5	277,9	206,0	158,3	170,0	198,1
COMERCIAL	5,0	4,7	4,3	4,4	3,3	2,6	2,3	2,1
PÚBLICO	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
AGROPECUÁRIO	124,7	102,7	82,6	67,6	55,8	48,8	42,6	41,5
TRANSPORTES (TOTAL)	413,7	645,0	590,3	526,8	656,5	662,6	749,0	736,1
INDUSTRIAL (TOTAL)	22,0	29,9	37,8	53,1	51,4	53,6	57,5	63,2
TOTAL GERAL	1142,3	1428,3	1339,1	1273,6	1314,8	1201,1	1274,5	1290,3

Figura 1.19 Emissões de NMVOCs por setor em Gg/a

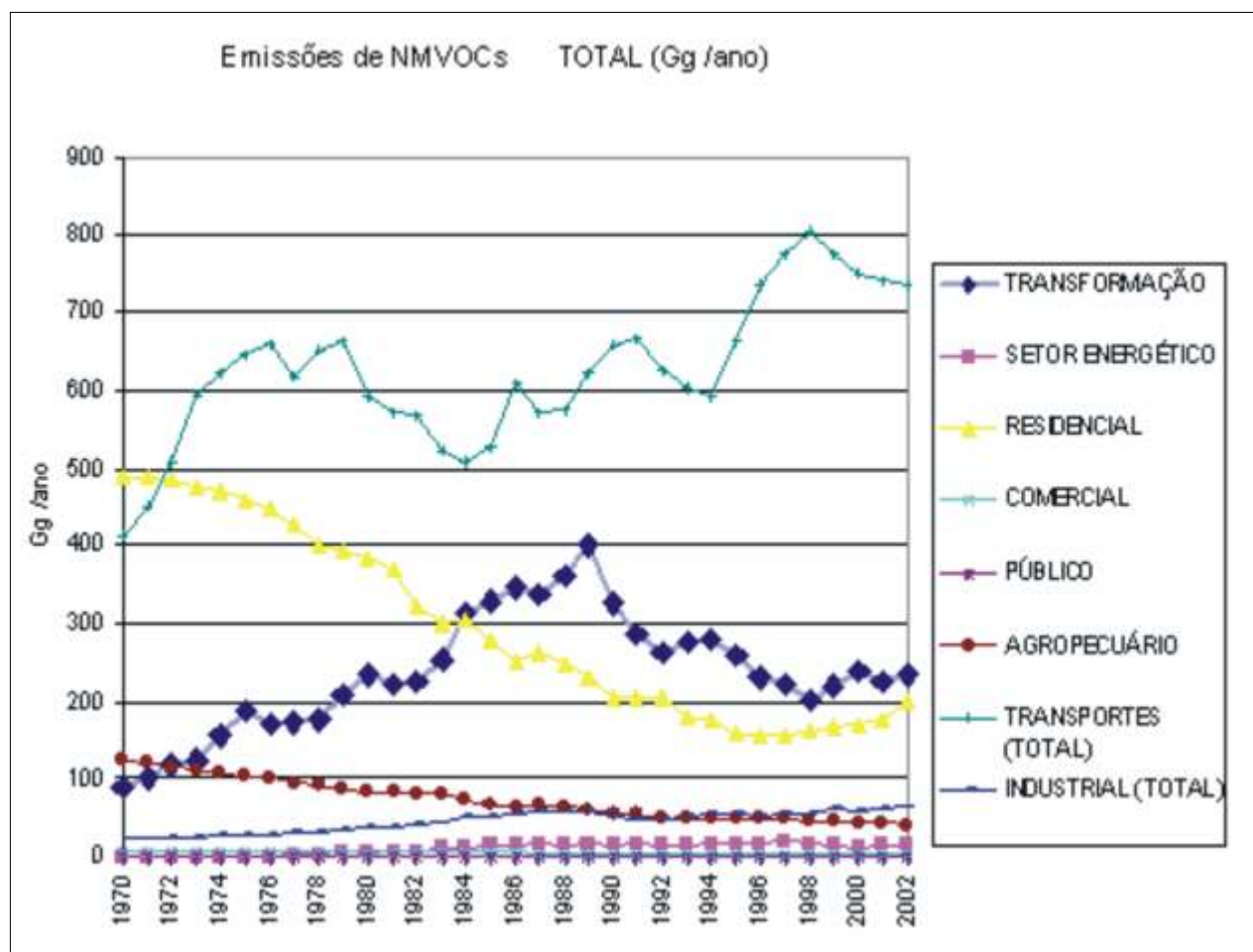
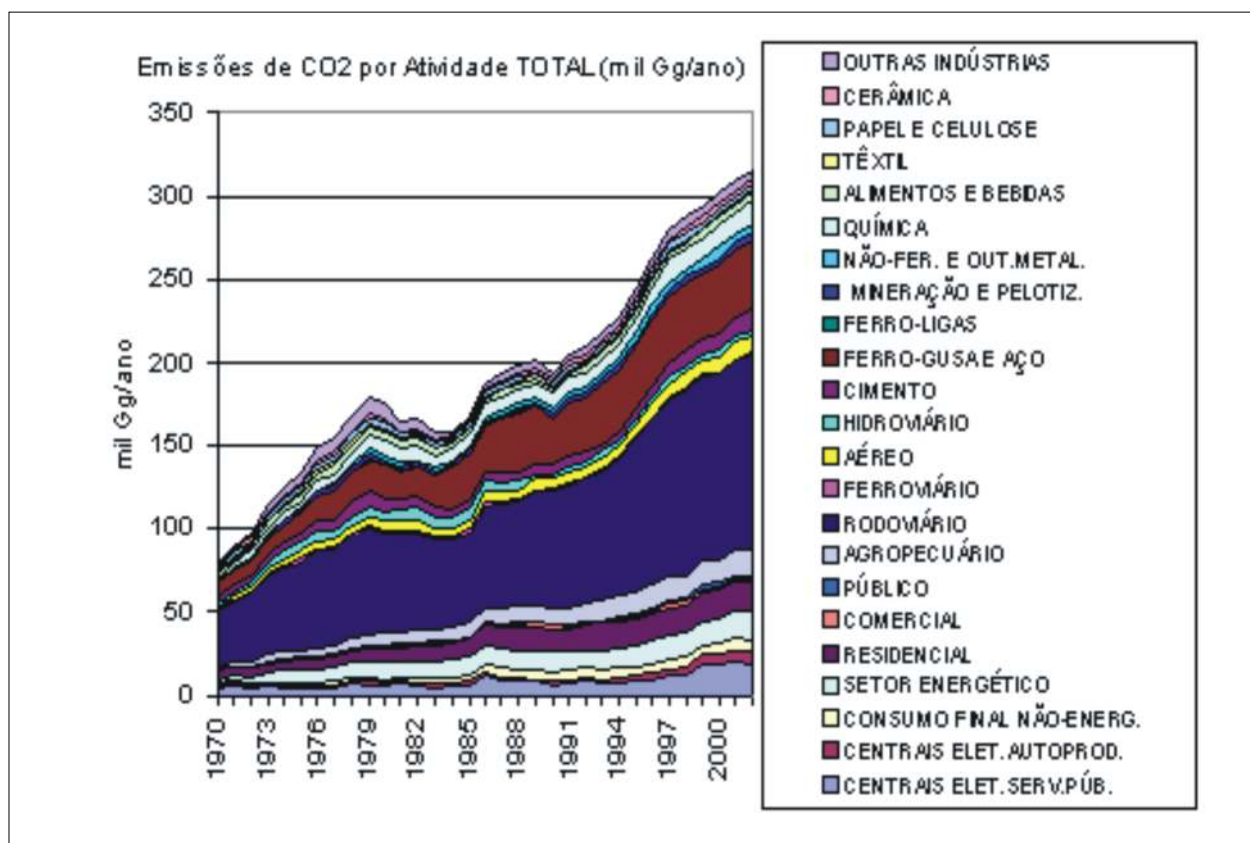




Figura 1.20 Emissões de CO₂ por atividade em Gg/ano



1.3.2 Evolução das Emissões por Atividade

Na Tabela 1.16 e na Figura 1.20 estão indicadas as emissões de CO₂ por atividade.



Tabela 1.16 Emissões de CO₂ por Atividade (Gg/ano), sem CO₂ da biomassa

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
TRANSFORMAÇÃO	5,7	5,4	7,4	7,6	8,5	12,1	24,0	26,3
CENTRAIS ELET.SERV.PÚBL.	4,4	4,0	5,3	5,9	6,0	8,8	18,5	19,2
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	1,4	1,4	2,1	1,7	2,5	3,4	5,5	7,1
CONSUMO FINAL	73,8	128,5	169,0	161,0	185,8	232,2	278,5	288,7
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,4	1,5	2,7	4,2	4,8	5,2	6,7	6,8
SETOR ENERGÉTICO	3,7	7,9	9,9	10,9	12,4	12,6	15,9	17,1
RESIDENCIAL	5,0	6,2	8,3	10,8	13,7	15,9	17,0	17,1
COMERCIAL	0,5	0,8	1,2	0,9	2,0	1,6	2,1	2,2
PÚBLICO	0,3	0,6	0,8	0,6	0,5	2,1	2,1	2,6
AGROPECUÁRIO	1,2	3,8	7,2	9,3	10,1	13,4	14,1	15,8
RODOVIÁRIO	33,1	54,4	60,2	53,7	70,5	91,2	111,4	116,5
FERROVIÁRIO	1,1	1,6	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,4
AÉREO	2,1	3,9	5,1	5,5	5,8	7,2	9,5	9,8
HIDROVIÁRIO	1,8	5,5	5,3	8,3	3,4	3,5	2,9	3,3
CIMENTO	3,9	6,2	7,8	4,3	5,6	5,9	10,0	12,8
FERRO-GUSA E AÇO	8,2	11,5	20,2	27,4	28,2	38,1	42,5	42,6
FERRO-LIGAS	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,7	1,9	3,2	2,2	2,4	3,3	4,0	3,9
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,5	1,1	2,5	2,8	3,1	4,6	5,7	5,6
QUÍMICA	2,6	4,7	9,1	8,1	8,6	9,9	13,5	14,0
ALIMENTOS E BEBIDAS	2,2	3,9	5,2	2,5	3,2	4,0	4,3	4,2
TÊXTIL	1,2	2,0	2,2	1,0	1,6	1,3	1,2	1,1
PAPEL E CELULOSE	1,4	2,7	3,8	1,8	2,4	3,4	4,2	4,3
CERÂMICA	1,0	2,2	3,2	1,4	1,7	2,7	3,2	2,9
OUTRAS INDÚSTRIAS	2,6	6,1	9,0	3,3	3,9	4,9	6,7	4,4
TOTAL GERAL	79,5	133,9	176,4	168,6	194,3	244,3	302,5	315,0



1.4 Evolução das Emissões por Fonte de Energia no Período 1970/2002

1.4.1 Emissões por Energia Primária de Origem

Tabela 1.17 Emissões de CO₂ por energia Primária de Origem (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,2	0,7	1,7	4,3	6,4	8,5	17,2	22,3
DERIVADOS GN E PETROL	70,8	122,3	152,9	128,0	152,3	189,9	233,6	240,5
CARVÃO MIN. E DERIV.	8,6	10,8	21,8	36,3	35,6	46,0	51,7	52,2
TOTAL PARA EFEITO ESTUFA	79,5	133,9	176,4	168,6	194,3	244,3	302,5	315,0
BIOMASSA E OUTROS RENOVÁVEIS	141,7	148,7	158,2	194,4	180,6	178,0	177,7	192,1
TOTAL	221,2	282,6	334,5	363,0	374,9	422,3	480,2	507,1

Figura 1.21 Emissões de CO₂ por energia primária de origem em Gg/ano

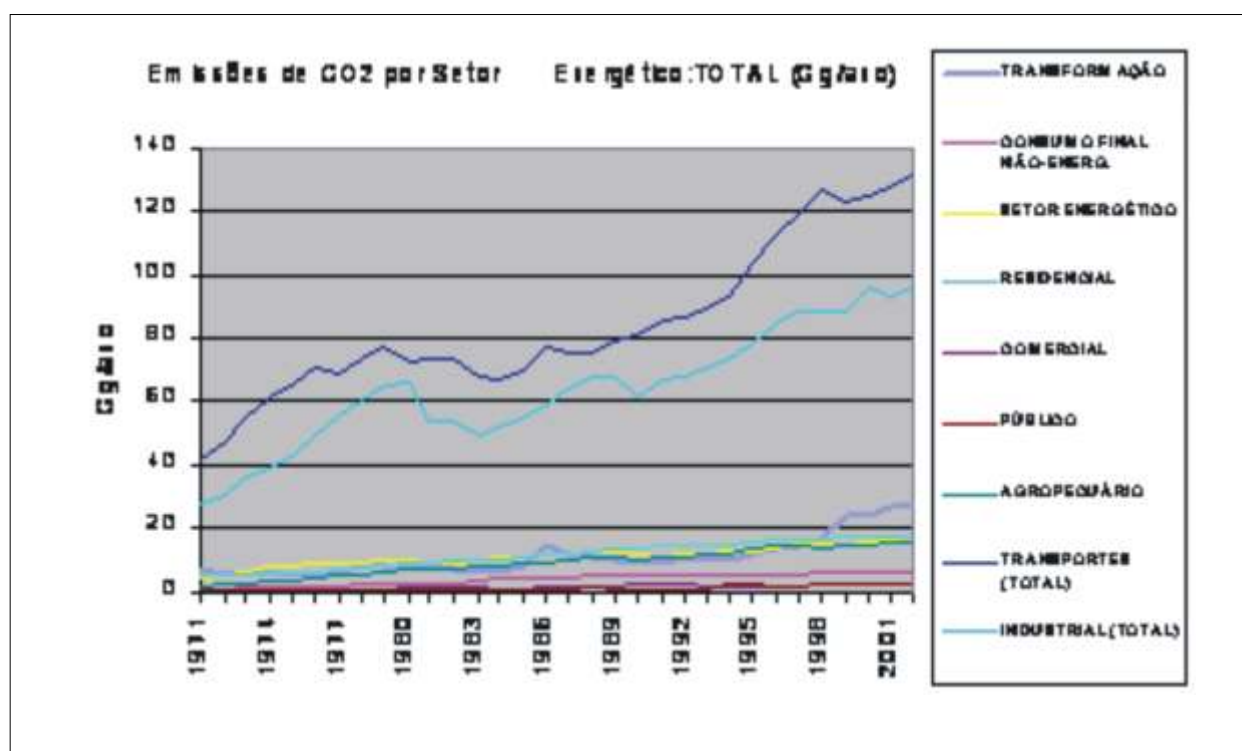




Tabela 1.18 Emissões de CH₄ por energia Primária de Origem (10³ t/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	1,0	2,7
BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	263,0	311,4	317,1	349,4	319,4	260,6	251,8	261,7
DERIVADOS GN E PETROL	7,0	11,3	11,4	9,6	11,4	12,3	14,5	14,7
CARVÃO MIN. E DERIV.	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
TOTAL	270,0	322,8	328,8	359,4	331,2	273,6	267,8	279,6

Figura 1.22 Emissões de CH₄ por energia primária de origem em 10³t/ano

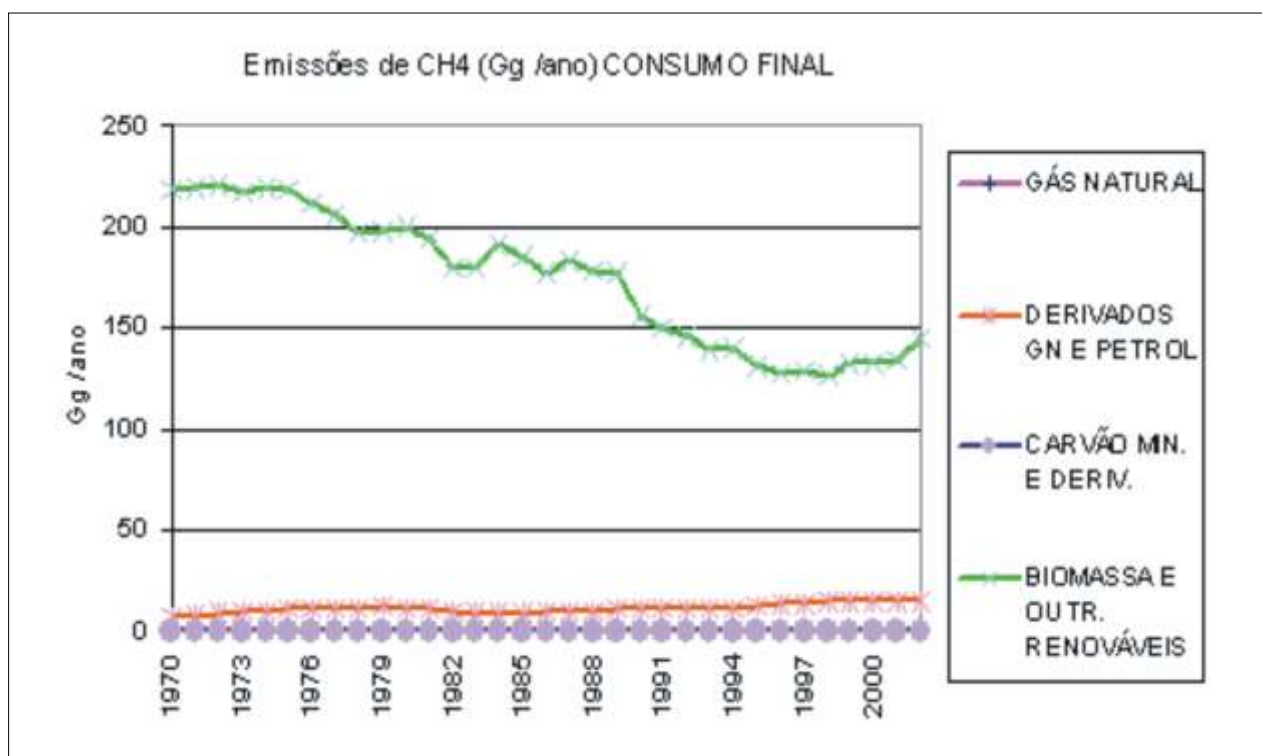




Tabela 1.19 Emissões de N₂O por energia Primária de Origem (10³ t/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	5,6	5,5	5,7	6,7	6,1	6,2	6,1	7,0
DERIVADOS GN E PETROL	0,8	1,3	1,4	1,2	1,4	2,1	2,6	2,5
CARVÃO MIN. E DERIV.	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
TOTAL	6,5	7,0	7,4	8,4	7,9	8,8	9,3	10,2

Figura 1.23 Emissões de N₂O por energia primária de origem em 10³t/ano

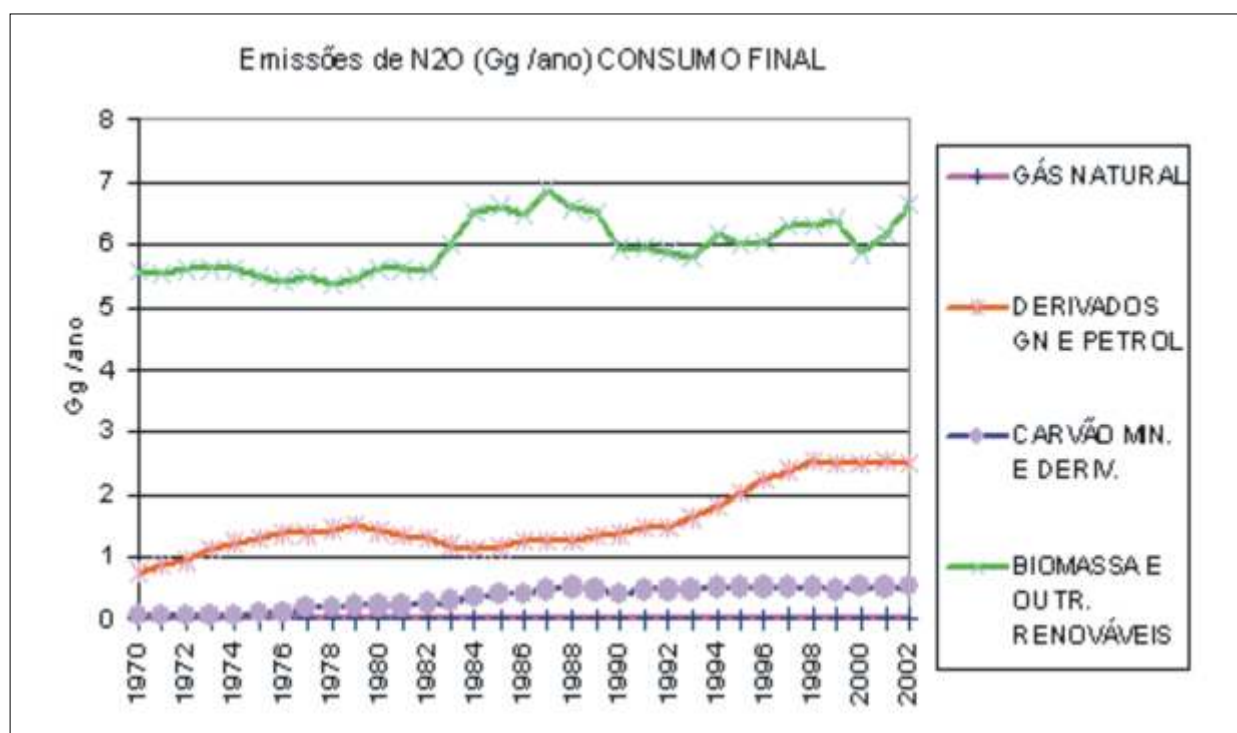


Tabela 1.20 Emissões de NO_x por energia Primária de Origem (10³ t/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	2,5	11,3	19,3	51,6	73,9	102,1	215,5	312,0
BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	153,8	153,2	175,1	240,7	250,6	253,6	248,4	267,6
DERIVADOS GN E PETROL	435,0	792,1	983,0	900,3	1009,3	1212,2	1494,0	1509,7
CARVÃO MIN. E DERIV.	25,3	27,0	53,9	95,1	87,9	104,3	159,8	134,9
TOTAL	616,5	983,7	1231,4	1287,7	1421,6	1672,2	2117,6	2224,2



Figura 1.24 Emissões de NO_x, por energia primária de origem, em 10³t/ano

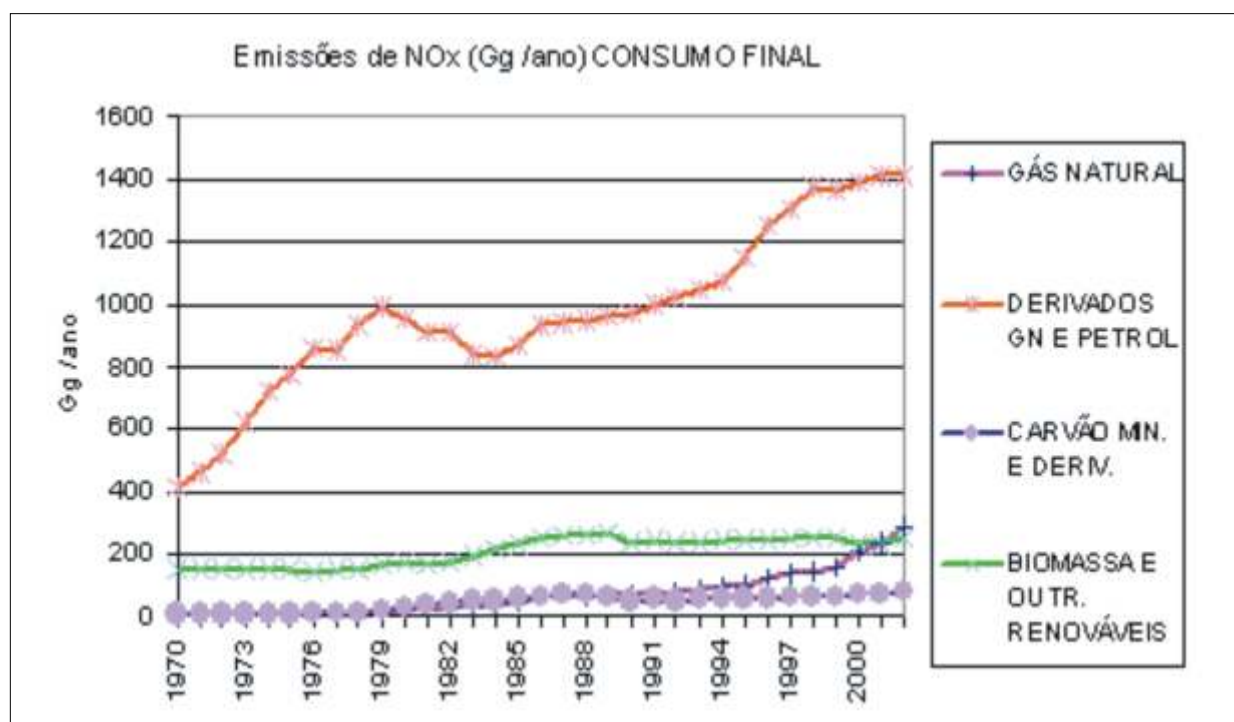


Tabela 1.21 Emissões de CO por Energia Primária de Origem (10³ t/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,2	0,8	1,4	3,9	5,8	8,7	21,6	39,6
BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	10438,4	10406,8	9838,2	9781,7	8716,0	7643,6	7489,8	8194,2
DERIVADOS GN E PETROL	4493,6	6895,5	5706,9	4164,6	5100,3	4839,7	5854,6	5629,4
CARVÃO MIN. E DERIV.	11,8	16,0	32,7	52,8	53,4	68,7	69,5	70,9
TOTAL	14944,0	17319,0	15579,2	14003,0	13875,4	12560,7	13435,5	13934,1



Figura 1.25 Emissões de CO, por energia primária de origem, em 10^3 t/ano

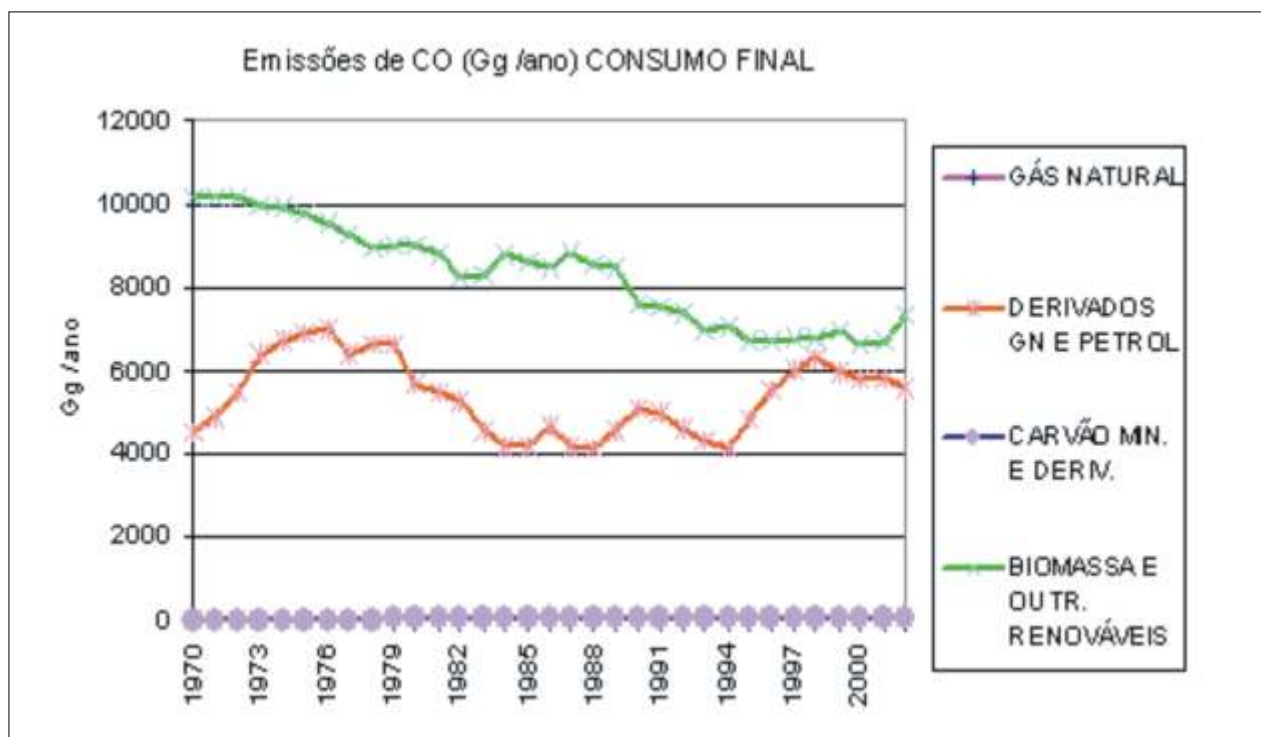


Tabela 1.22 Emissões de NMVOCs por Energia Primária de Origem (10^3 t/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,0	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6	1,4	2,4
BIOMASSA E OUTR. RENOVÁVEIS	727,5	780,1	772,1	831,6	778,5	665,8	628,5	655,6
DERIVADOS GN E PETROL	413,7	646,9	564,0	436,6	531,1	528,7	637,8	625,4
CARVÃO MIN. E DERIV.	1,0	1,4	2,9	5,1	4,8	5,9	6,8	6,9
TOTAL	1142,3	1428,3	1339,1	1273,6	1314,8	1201,1	1274,5	1290,3



Figura 1.26 Emissões de NMVOCs, por energia primária de origem, em 10^3 t/ano

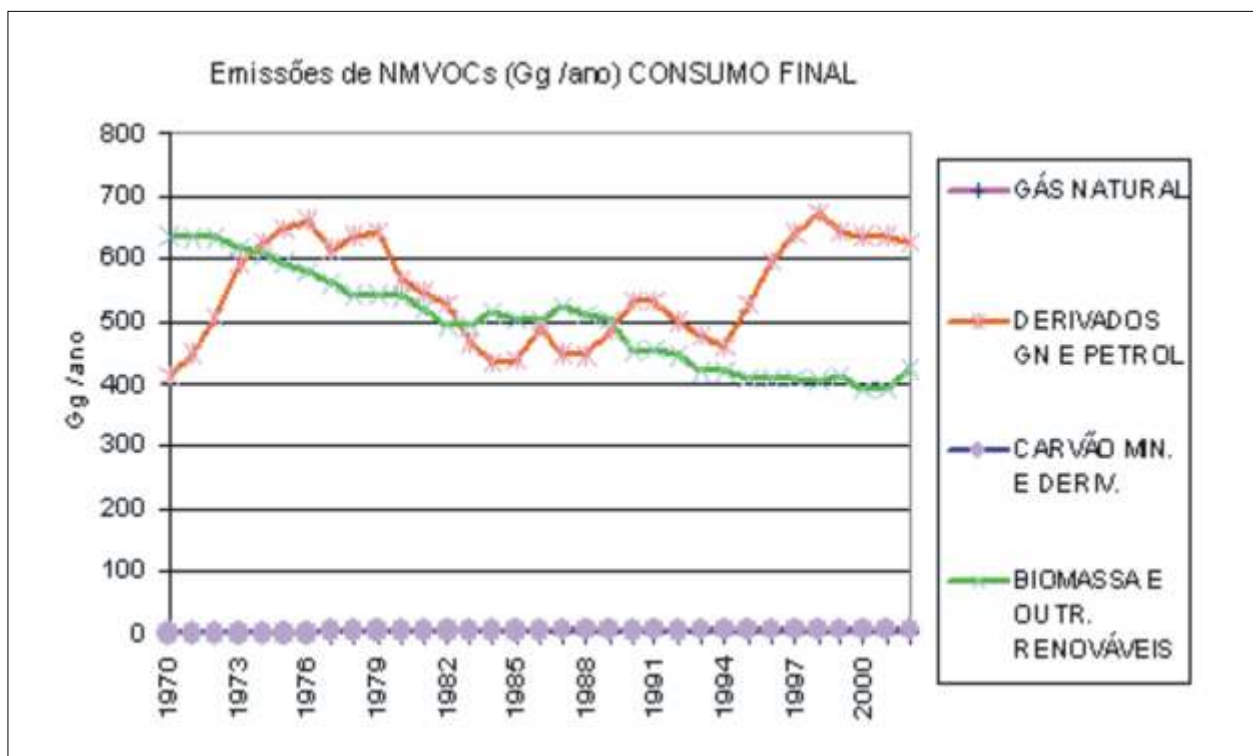
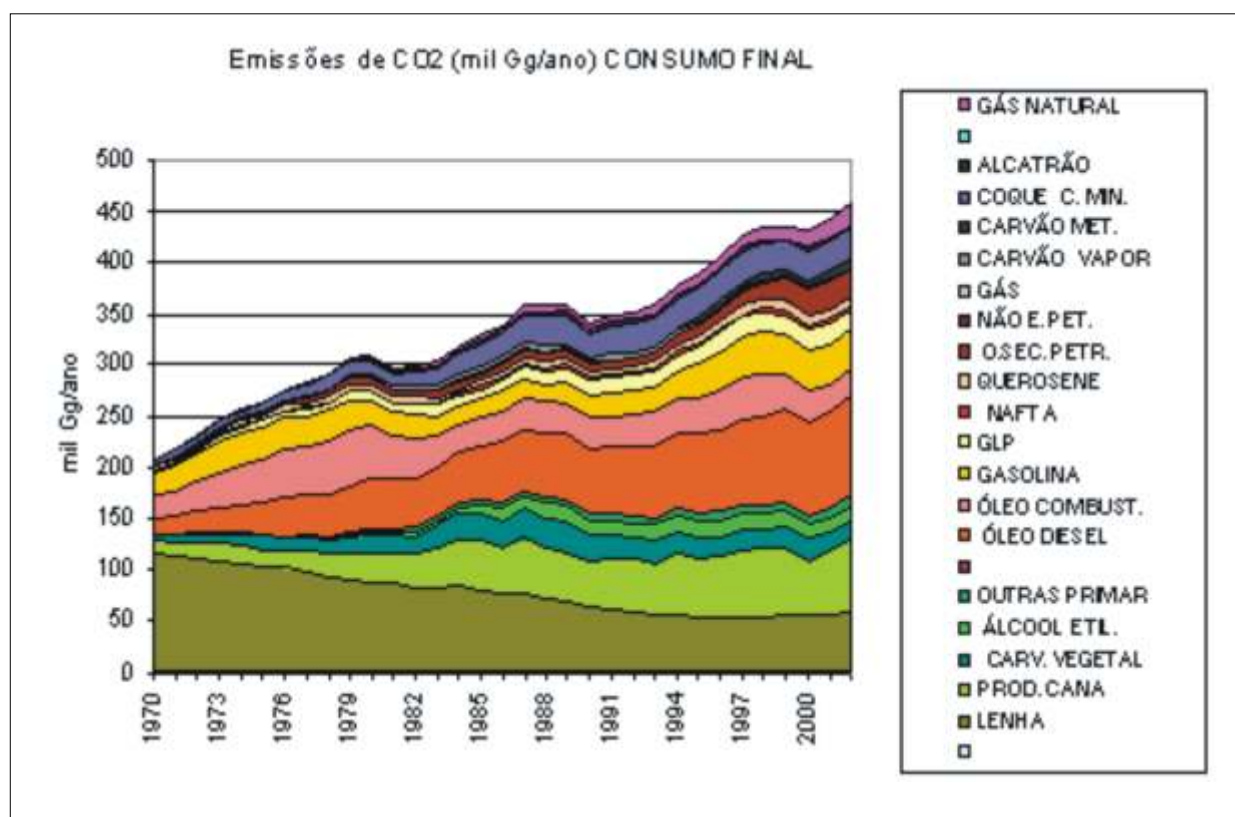


Figura 1.27 Emissões de CO₂, por energético, em 10^3 t/ano. As cores dos energéticos indicam a fonte energética de origem.





1.4.2 Emissões por Fonte de Energia

Tabela 1.23 Emissões de CO₂ por Energético (Gg/ano)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2002
GÁS NATURAL	0,2	0,7	1,7	4,3	6,4	8,5	17,2	27,3
CARVÃO VAPOR	2,3	2,2	4,7	9,7	7,6	7,7	10,4	7,0
CARVÃO MET.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	7,3	8,2
ÓLEO DIESEL	17,2	31,6	49,4	53,7	66,0	80,2	95,5	102,7
ÓLEO COMBUST.	24,3	44,0	55,7	30,3	32,9	38,4	37,1	30,8
GASOLINA	21,4	32,4	25,4	17,5	21,6	32,1	38,8	36,5
GLP	3,6	5,3	8,0	10,7	14,4	17,0	20,6	19,4
NAFTA	0,0	0,6	0,9	2,4	3,0	3,6	5,0	4,2
QUEROSENE	3,4	5,1	6,2	6,2	6,2	7,4	9,5	9,5
GÁS	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,3	0,2	0,1
COQUE C. MIN.	5,2	7,1	14,3	22,0	22,9	30,4	29,0	29,8
O.SEC. PETR.	0,7	2,7	6,2	6,8	7,7	11,0	26,7	27,5
NÃO E. PET.	0,4	0,7	1,1	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4
ALCATRÃO	0,8	1,2	2,4	3,9	4,5	5,2	4,8	4,7
TOTAL PARA EFEITO ESTUFA	79,5	133,9	176,4	168,6	194,3	244,3	302,5	308,0
LENHA*	120,6	117,2	104,5	103,4	86,1	70,9	71,9	74,5
PROD. CANA*	13,2	15,6	28,6	49,2	47,4	60,5	57,4	75,5
CARV. VEGETAL*	6,9	14,4	18,6	26,9	26,7	21,4	20,9	20,0
ÁLCOOL ETIL.*	0,2	0,2	3,3	9,7	13,4	15,8	13,3	13,2
TOTAL BIOMASSA*	140,9	147,5	154,9	189,2	173,6	168,5	163,6	183,3
TOTAL	220,5	281,4	331,3	357,8	367,9	412,8	466,1	491,3

(*) Emissões de Biomassa não contabilizadas para efeito estufa



2. O Programa benemis_e

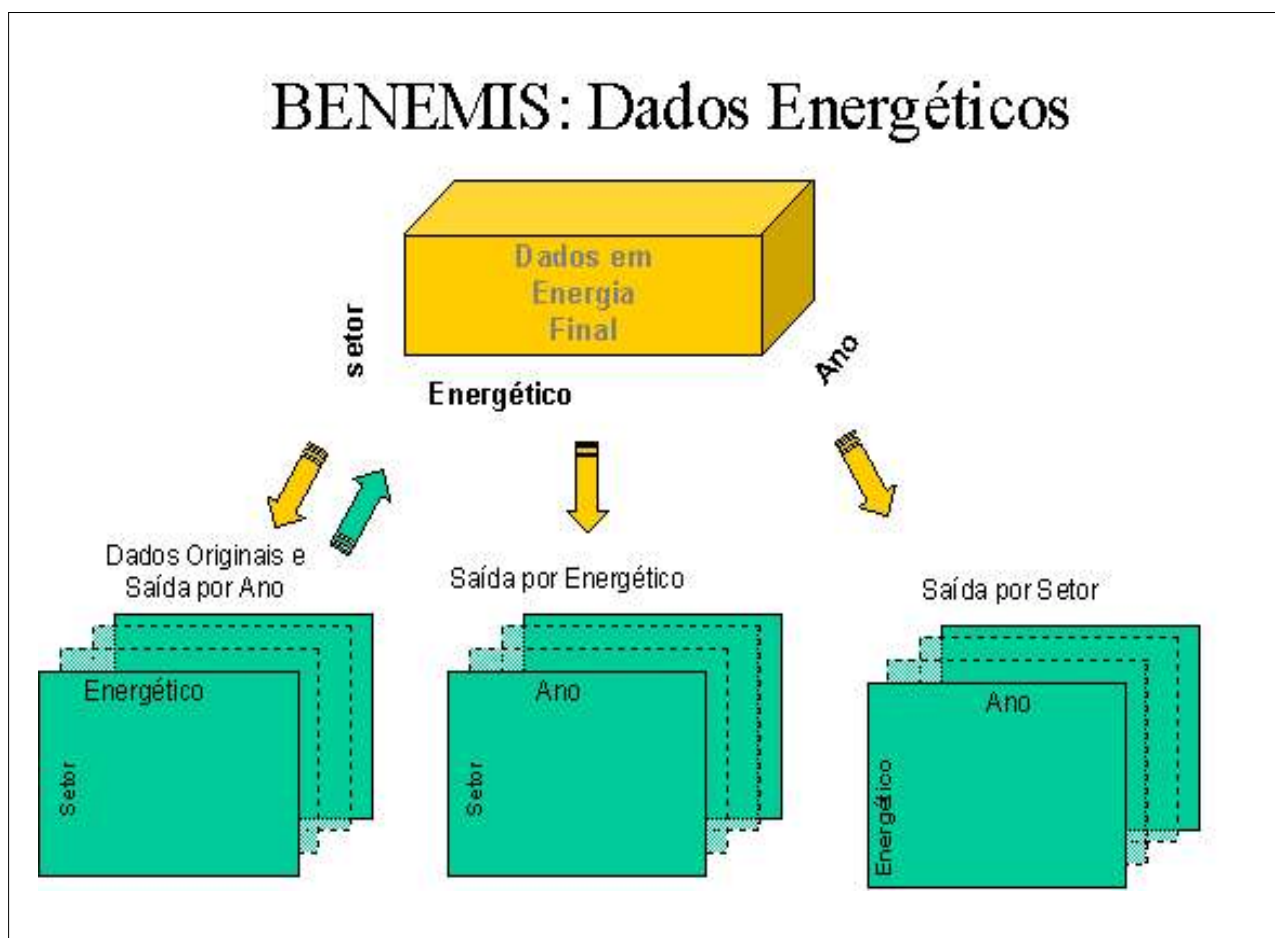
2.1 Conteúdo do Programa

Os dados do BEN estão armazenados no Programa em planilhas para cada ano. Nessas planilhas, os seguintes dados são apresentados para energéticos primários e secundários (colunas), correspondentes ao energético em "contas":

Dados da Oferta Interna Bruta: Produção, Importação, Exportação, Variação de Estoques, etc.; Dados de Transformação por tipo de instalação: Refinaria, Plantas de Gás Natural, Centrais Elétricas, etc.; Dados Relativos ao Consumo: Não Energético e Energético por Setores Econômicos e algumas de suas atividades Perdas e Ajustes

A Figura 2.1 ilustra o esquema adotado no qual, para facilitar a compreensão, nos referimos às contas como setores.

Figura 2.1 Os dados do BEN/MME (Anexos) dos anos disponíveis são usados para construir uma matriz de três dimensões (energético, conta ou setor e ano). As saídas bidimensionais são obtidas da matriz original.





Os valores energéticos são expressos em tonelada equivalente de petróleo (tEP). Os coeficientes são apresentados em toneladas de gás por tEP ou equivalente. As emissões são dadas em 10^3 t/ano. O esquema da Figura 2.2 ilustra a metodologia adotada.

2.2 Os Coeficientes

Os arquivos fornecidos pelo MCT reúnem planilhas contendo os fatores de emissão implícitos de gases de efeito estufa do setor energético, correspondentes ao consumo de energia em alguns setores de transformação e de consumo final de energia do Balanço Energético Nacional (BEN).

São apresentados os fatores de emissão para os gases: CO_2 , CH_4 , N_2O , CO, Óxidos de Nitrogênio NO_x , e Outros Compostos Orgânicos Voláteis exceto Metano (NMVOCs).

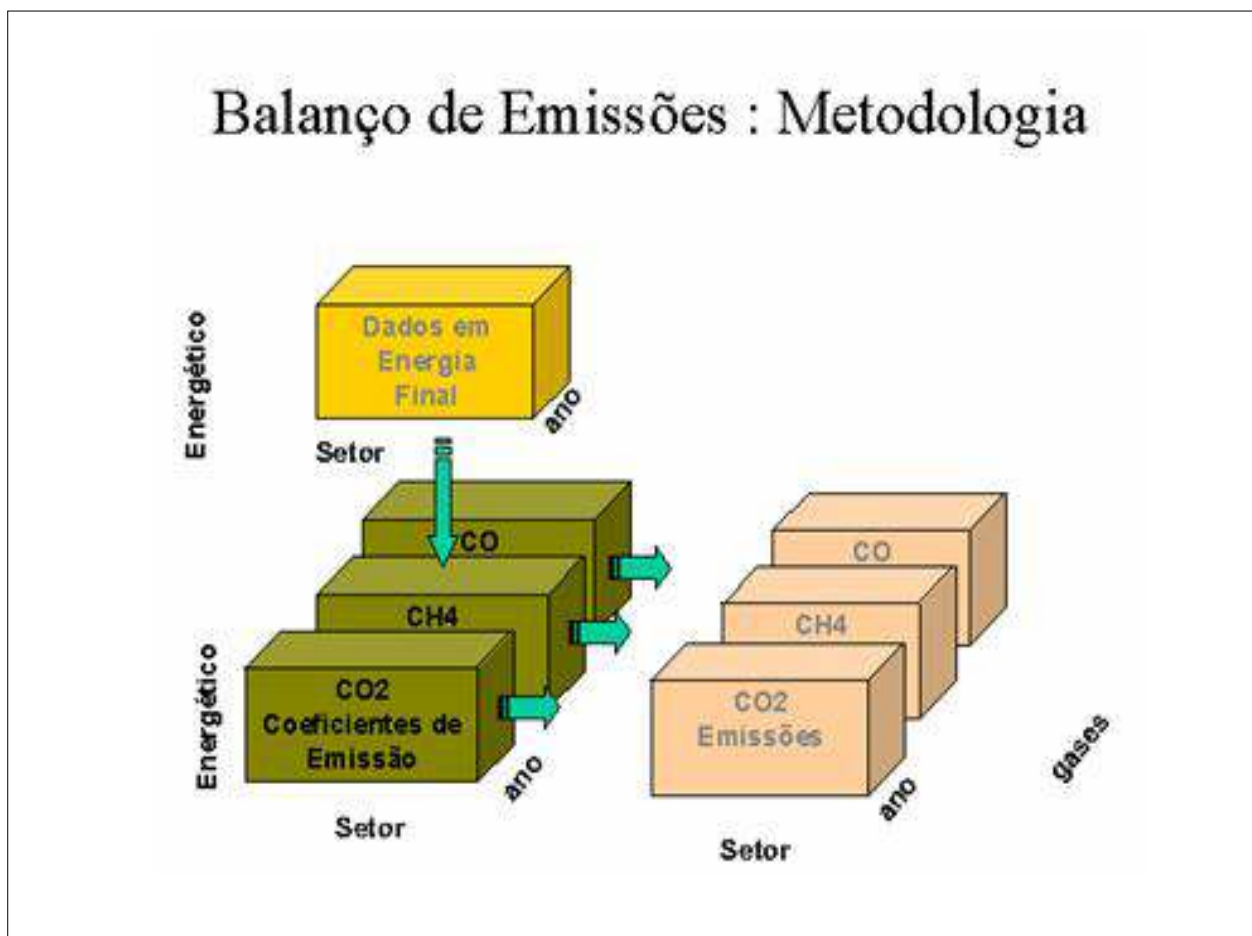
Os fatores de emissão foram calculados utilizando-se a mesma metodologia adotada no Inventário Brasileiro de Gases de Efeito Estufa, a saber, a Metodologia Bottom-Up, recomendada pelo Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories desenvolvida pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e adaptada à realidade brasileira. Na sua aplicação, foram utilizadas as informações do Sistema de Informação do Balanço Energético (SIBE) e do Balanço de Energia Útil (BEU) para desagregar as informações do BEN. Utilizou-se, na maior parte das vezes, os valores propostos pelo IPCC para os diferentes parâmetros. As principais exceções foram os fatores de conversão de tEP para TJ, os fatores de emissão de CO_2 da lenha que é consumida nas carvoarias e os fatores de emissão de CO_2 , CO, CH_4 e NO_x do etanol consumido no setor de transportes.

Os fatores de emissão implícitos podem variar de ano para ano, dado que muitos deles são calculados a partir de informações mais desagregadas que as apresentadas nas planilhas consolidadas do BEN.

O formato de apresentação corresponde exatamente ao formato das planilhas do Balanço Energético Nacional, o Balanço Consolidado.



Figura 2.2 Metodologia de obtenção dos dados das emissões usados para construir as tabelas e os gráficos





Anexo 5

Tabelas de Carbono Contido nos Combustíveis para Anos Seleccionados



- Tabela 36: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1970 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 37: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1980 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 38: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1990 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 39: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1994 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 40: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1999 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 41: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 2002 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg /ano
- Tabela 42: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1970 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 43: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1980 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 44: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1990 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 45: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1994 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 46: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1999 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 47: Emissões por Atividade por Energético – Ano: 2002 – Método: “Top-Down” Extendido Gg /ano
- Tabela 48: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 1970 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”
- Tabela 49: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 1980 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”
- Tabela 50: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 1990 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”
- Tabela 51: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 1994 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”
- Tabela 52: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 1999 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”
- Tabela 53: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up”– Ano: 2002 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”



Tabela 54: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1970 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

Tabela 55: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1980 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

Tabela 56: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1990 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

Tabela 57: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1994 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

Tabela 58: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1999 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

Tabela 59: Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 2002 –
Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”



Tabela 36 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1970 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	42	94	0	35950	3599	129	4630	5769	7960	975	1	919	77	1432	2039	72	183	203	64184
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11	122
SETOR ENERGÉTICO	39	0	0	0	102	0	47	782	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	1101
RESIDENCIAL	0	0	0	24980	0	0	0	0	0	926	0	364	62	0	577	0	0	0	26908
COMERCIAL	0	0	0	217	0	0	54	71	0	16	0	0	9	0	43	0	0	0	410
PÚBLICO	0	0	0	18	0	0	35	28	0	2	0	13	2	0	0	0	0	0	97
AGROPECUÁRIO	0	0	0	6017	0	0	329	10	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	6381
RODOVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	3359	0	7878	0	0	0	0	0	0	72	0	0	11309
FERROVIÁRIO	0	17	0	37	0	0	301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	355
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	515	0	0	0	0	0	0	597
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	231	281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512
CIMENTO	0	0	0	0	0	0	19	1043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1062
FERRO-GUSA E AÇO	0	1	0	0	0	0	9	618	0	3	0	0	1	1432	1318	0	0	192	3574
FERRO-LIGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	63
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0	0	0	0	0	0	29	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	0	0	13	0	52	0	163
QUÍMICA	2	0	0	139	0	0	48	666	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	855
ALIMENTOS E BEBIDAS	0	0	0	2053	3497	0	49	542	0	3	0	7	1	0	0	0	0	0	6152
TÊXTIL	0	0	0	289	0	0	4	312	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	608
PAPEL E CELULOSE	0	75	0	246	0	129	6	311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	768
CERÂMICA	0	0	0	1340	0	0	2	272	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	1620
OUTRAS INDÚSTRIAS	0	0	0	614	0	0	106	569	0	22	0	13	3	0	0	0	0	0	1328
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	0	527	0	1920	102	76	163	867	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3665
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0	517	0	0	0	0	98	576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1190
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0	11	0	14	102	76	65	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	569
CARVOARIAS	0	0	0	1906	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1906
TOTAL	42	621	0	37871	3700	206	4793	6636	7960	975	1	919	77	1432	2039	72	183	213	67849

**Tabela 37** Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1980 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	454	525	0	27718	7785	672	13470	14334	9471	2172	254	1704	127	3903	5458	1048	1687	623	91692
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254	0	0	0	0	0	0	32	733
SETOR ENERGÉTICO	100	0	0	0	2300	0	208	1577	0	0	0	0	1	0	0	0	820	0	5006
RESIDENCIAL	0	0	0	19614	0	0	0	0	0	1947	0	241	76	0	1096	0	0	0	22974
COMERCIAL	0	0	0	176	0	0	20	201	0	73	0	0	20	0	85	0	0	0	575
PÚBLICO	0	0	0	6	0	0	121	80	0	11	0	1	2	0	5	0	0	0	227
AGROPECUÁRIO	0	0	0	3968	0	0	1859	102	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	5942
RODOVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	9833	0	9395	0	0	0	0	0	0	1048	0	0	20276
FERROVIÁRIO	0	23	0	3	0	0	503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	529
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	1350	0	0	0	0	0	0	1426
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	606	887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1494
CIMENTO	28	269	0	0	0	0	24	1808	0	0	0	2	0	0	134	0	0	0	2264
FERRO-GUSA E AÇO	69	30	0	0	0	0	34	908	0	27	0	17	1	3837	3742	0	0	591	9255
FERRO-LIGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	227	0	0	0	293
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0	0	0	0	0	0	49	804	0	0	0	13	0	0	29	0	0	0	894
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	0	0	5	0	0	0	363	0	0	0	0	0	0	74	0	317	0	760
QUÍMICA	95	2	0	98	20	0	32	2057	0	4	0	0	0	0	40	0	289	0	2638
ALIMENTOS E BEBIDAS	0	67	0	1354	5465	0	56	1277	0	10	0	12	7	0	0	0	0	0	8248
TÊXTIL	0	0	0	70	0	0	5	590	0	3	0	7	2	0	2	0	0	0	679
PAPEL E CELULOSE	0	65	0	377	0	670	14	946	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	2077
CERÂMICA	2	61	0	1541	0	2	10	781	0	21	0	2	3	0	0	0	0	0	2423
OUTRAS INDÚSTRIAS	0	8	0	505	0	0	96	1954	0	74	0	55	16	0	11	0	261	0	2978
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	0	753	0	5053	238	233	312	909	0	0	0	0	0	0	0	0	2	39	7540
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0	727	0	0	0	0	255	457	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1439
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0	26	0	44	238	233	57	452	0	0	0	0	0	0	0	0	2	39	1093
CARVOARIAS	0	0	0	5008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5008
TOTAL	454	1278	0	32771	8023	905	13782	15243	9471	2172	254	1704	127	3903	5458	1048	1690	662	99232



Tabela 38 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1990 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	1692	1058	0	19341	12874	1386	17957	8378	8050	3942	822	1710	181	6266	7810	4334	2088	1089	99074
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	362	0	0	0	0	0	0	0	0	0	822	0	0	0	0	0	0	29	1311
SETOR ENERGÉTICO	493	0	0	0	7662	0	362	1447	0	15	0	3	1	0	0	0	1070	0	11052
RESIDENCIAL	3	0	0	10426	0	0	0	0	0	3559	0	104	86	0	844	0	0	0	15021
COMERCIAL	1	0	0	130	0	0	33	251	0	241	0	0	33	0	70	0	0	0	759
PÚBLICO	1	0	0	3	0	0	69	48	0	12	0	1	5	0	4	0	3	0	145
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2663	0	0	2719	23	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5421
RODOVIÁRIO	1	0	0	0	0	0	13778	0	7998	0	0	0	0	0	0	4334	0	0	26111
FERROVIÁRIO	0	6	0	3	0	0	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	459
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	1555	0	0	0	0	0	0	1607
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	278	688	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	966
CIMENTO	24	623	0	2	0	43	9	859	0	0	0	1	0	0	443	0	4	0	2009
FERRO-GUSA E AÇO	202	21	0	0	0	0	35	336	0	17	0	9	7	6027	5528	0	0	1060	13241
FERRO-LIGAS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	31	458	0	0	0	515
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	53	0	0	0	0	0	65	415	0	1	0	3	0	120	43	0	0	0	701
NÃO-FER. E OUT.METAL.	16	0	0	43	0	0	0	343	0	11	0	0	0	88	322	0	384	0	1207
QUÍMICA	196	101	0	247	46	0	19	1388	0	7	0	0	1	0	41	0	624	0	2670
ALIMENTOS E BEBIDAS	79	115	0	2226	5104	0	16	637	0	13	0	7	8	0	0	0	0	0	8205
TÊXTIL	31	4	0	175	0	0	2	389	0	3	0	4	2	0	4	0	0	0	615
PAPEL E CELULOSE	33	141	0	850	57	1275	15	472	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2849
CERÂMICA	37	37	0	1779	0	68	5	352	0	22	0	1	4	0	16	0	0	0	2321
OUTRAS INDÚSTRIAS	158	10	0	792	5	0	100	730	0	38	0	20	13	0	20	0	2	0	1889
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	46	1026	0	7107	451	556	482	616	0	0	0	0	0	0	0	0	18	129	10431
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	3	1004	0	0	0	0	385	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1640
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	43	22	0	137	451	556	97	368	0	0	0	0	0	0	0	0	18	129	1820
CARVOARIAS	0	0	0	6971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6971
TOTAL	1738	2085	0	26448	13325	1942	18439	8994	8050	3942	822	1710	181	6266	7810	4334	2105	1218	109505


Tabela 39 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1994 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	2075	912	282	16973	16622	1997	20387	9221	8951	4369	1018	1758	83	8211	6784	4824	2689	1279	108510
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	398	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1018	0	0	0	0	0	0	20	1510
SETOR ENERGÉTICO	549	0	0	0	8603	0	207	1442	0	11	0	4	0	0	0	0	1369	0	12185
RESIDENCIAL	16	0	0	8831	0	0	0	0	0	4004	0	64	56	0	679	0	0	0	13650
COMERCIAL	8	0	0	104	0	0	58	246	0	92	0	1	19	0	77	0	0	0	606
PÚBLICO	2	0	0	1	0	0	153	327	0	31	0	0	3	0	3	0	20	0	540
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2268	0	0	3360	55	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5692
RODOVIÁRIO	25	0	0	0	0	0	15597	0	8896	0	0	0	0	0	0	4824	0	0	29342
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	1658	0	0	0	0	0	0	1714
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	263	734	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	997
CIMENTO	3	374	0	1	0	42	14	935	0	0	0	1	0	0	328	0	3	5	1705
FERRO-GUSA E AÇO	269	10	282	0	0	0	34	413	0	22	0	8	0	7886	4916	0	2	1255	15096
FERRO-LIGAS	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	554	0	0	0	629
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	46	0	0	0	0	0	112	545	0	0	0	1	0	170	3	0	3	0	881
NÃO-FER. E OUT.METAL.	21	73	0	41	0	0	0	331	0	15	0	0	2	107	155	0	505	0	1250
QUÍMICA	272	131	0	206	58	0	58	1242	0	10	0	0	0	0	38	0	753	0	2768
ALIMENTOS E BEBIDAS	96	84	0	2040	7931	0	25	754	0	19	0	7	1	0	0	0	0	0	10957
TÊXTIL	48	4	0	118	0	0	1	306	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	482
PAPEL E CELULOSE	55	90	0	1011	19	1900	18	603	0	6	0	1	0	0	0	0	27	0	3731
CERÂMICA	63	90	0	1704	0	54	6	427	0	97	0	2	0	0	7	0	0	0	2449
OUTRAS INDÚSTRIAS	187	45	0	649	10	0	127	859	0	59	0	9	2	0	15	0	9	0	1971
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	95	1174	0	6126	539	689	560	730	0	0	0	0	0	0	0	0	149	105	10166
CENTRAIS ELET.SERV.PÚBL.	5	1114	0	0	0	0	471	389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1979
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	90	60	0	145	539	689	89	341	0	0	0	0	0	0	0	0	149	105	2206
CARVOARIAS	0	0	0	5981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5981
TOTAL	2170	2086	282	23099	17160	2686	20948	9950	8951	4369	1018	1758	83	8211	6784	4824	2838	1384	118676



Tabela 40 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1999 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	3247	316	1842	16604	19069	2484	24997	9237	13393	5467	1325	2455	58	7116	5597	4931	5838	1037	125136
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1325	0	0	0	0	0	0	36	1771
SETOR ENERGÉTICO	931	0	0	0	7714	0	203	1170	0	15	0	1	5	0	0	0	1696	0	11733
RESIDENCIAL	42	0	0	8411	0	0	0	0	0	4518	0	30	39	0	500	0	0	0	13539
COMERCIAL	25	0	0	95	0	0	60	300	0	135	0	0	11	0	81	0	0	0	708
PÚBLICO	5	0	0	0	0	0	211	216	0	218	0	0	2	0	0	0	0	0	653
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2116	0	0	3878	76	0	10	0	0	0	0	7	0	0	0	6087
RODOVIÁRIO	86	0	0	0	0	0	19621	0	13331	0	0	0	0	0	0	4931	0	0	37969
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	2411	0	0	0	0	0	0	2473
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	295	678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	973
CIMENTO	31	13	186	15	0	97	22	807	0	1	0	1	0	59	248	0	1525	0	3003
FERRO-GUSA E AÇO	389	3	1619	0	0	0	23	128	0	71	0	4	0	6961	4292	0	236	1001	14727
FERRO-LIGAS	0	0	37	55	0	0	0	9	0	0	0	0	0	5	457	0	0	0	563
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	86	0	0	0	0	0	131	548	0	11	0	3	0	0	0	0	125	0	904
NÃO-FER. E OUT.METAL.	32	0	0	2	0	0	0	849	0	47	0	0	0	92	3	0	443	0	1469
QUÍMICA	649	136	0	105	0	0	73	1209	0	9	0	0	0	0	0	0	1512	0	3693
ALIMENTOS E BEBIDAS	135	33	0	2059	11338	0	28	922	0	41	0	1	0	0	0	0	0	0	14558
TÊXTIL	57	0	0	105	0	0	5	235	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	408
PAPEL E CELULOSE	132	84	0	1132	16	2339	21	891	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	4630
CERÂMICA	94	23	0	1860	0	47	5	462	0	227	0	1	0	0	0	0	0	0	2719
OUTRAS INDÚSTRIAS	265	24	0	648	0	0	120	737	0	145	0	3	0	0	10	0	301	0	2254
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	358	2435	0	4789	998	984	1632	1681	0	0	0	0	0	0	0	0	228	233	13338
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	68	2379	0	0	0	0	1363	1302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5111
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	290	56	0	158	998	984	270	379	0	0	0	0	0	0	0	0	228	233	3595
CARVOARIAS	0	0	0	4631	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4631
TOTAL	3604	2751	1842	21393	20066	3468	26630	10918	13393	5467	1325	2455	58	7116	5597	4931	6066	1270	138474


Tabela 41 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 2002 – Método: Coeficientes baseados no “Bottom-Up” Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	5841	304	2229	17820	19993	2824	27346	7221	12191	5306	1153	2598	15	8147	5863	4187	7234	1041	131426
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1153	0	0	0	0	0	0	32	1568
SETOR ENERGÉTICO	1359	0	0	0	7304	0	223	858	0	7	0	1	0	0	0	0	2049	0	11801
RESIDENCIAL	95	0	0	10053	0	0	0	0	0	4377	0	43	13	0	575	0	0	0	15155
COMERCIAL	117	0	0	74	0	0	67	330	0	190	0	0	2	0	77	0	0	0	857
PÚBLICO	16	0	0	0	0	0	145	139	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	591
AGROPECUÁRIO	0	0	0	1951	0	0	4384	93	0	14	0	0	0	0	6	0	0	0	6447
RODOVIÁRIO	528	0	0	0	0	0	21397	0	12145	0	0	0	0	0	0	4187	0	0	38258
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	394
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	2542	0	0	0	0	0	0	2587
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	255	667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	921
CIMENTO	53	9	135	18	0	138	21	117	0	0	0	1	0	0	253	0	2334	0	3081
FERRO-GUSA E AÇO	578	5	2047	0	0	0	29	92	0	58	0	2	0	8036	4510	0	346	1009	16711
FERRO-LIGAS	0	0	47	71	0	0	0	10	0	0	0	0	0	9	424	0	0	0	560
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	186	0	0	0	0	0	134	662	0	24	0	3	0	0	0	0	195	0	1203
NÃO-FER. E OUT.METAL.	101	0	0	0	0	0	0	761	0	39	0	0	0	102	10	0	474	0	1487
QUÍMICA	1011	70	0	47	0	0	100	812	0	12	0	0	0	0	0	0	1614	0	3666
ALIMENTOS E BEBIDAS	223	53	0	1996	12661	0	42	749	0	48	0	2	0	0	0	0	0	0	15774
TÊXTIL	117	0	0	87	0	0	1	171	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	387
PAPEL E CELULOSE	250	82	0	1225	27	2638	31	769	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	5045
CERÂMICA	415	30	0	1694	0	47	6	304	0	109	0	0	0	0	0	0	0	0	2606
OUTRAS INDÚSTRIAS	522	55	0	603	0	0	117	686	0	103	0	4	0	0	9	0	223	0	2323
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	1628	1618	0	5068	1229	1536	1301	1202	0	0	0	0	0	0	0	0	276	229	14087
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	1152	1566	0	0	0	0	1001	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4599
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	476	52	0	147	1229	1536	300	323	0	0	0	0	0	0	0	0	276	229	4567
CARVOARIAS	0	0	0	4921	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4921
TOTAL	7469	1922	2229	22888	21221	4360	28646	8424	12191	5306	1153	2598	15	8147	5863	4187	7510	1270	145513



Tabela 42 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1970 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	44	93	0	30943	3468	118	4514	5770	5834	974	1	916	109	1484	1970	60	0	15	56695
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
SETOR ENERGÉTICO	41	0	0	0	98	0	47	774	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	1181
RESIDENCIAL	0	0	0	20819	0	0	0	0	0	925	0	363	86	0	542	0	0	0	22735
COMERCIAL	0	0	0	209	0	0	54	70	0	16	0	0	13	0	40	0	0	0	402
PÚBLICO	0	0	0	17	0	0	35	27	0	2	0	13	3	0	0	0	0	0	97
AGROPECUÁRIO	0	0	0	5350	0	0	329	10	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	5712
RODOVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	3259	0	5771	0	0	0	0	0	0	60	0	0	9091
FERROVIÁRIO	0	17	0	36	0	0	292	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	513	0	0	0	0	0	0	575
HIDROVIÁRIO	0	0	0	11	0	0	225	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	506
CIMENTO	0	0	0	0	0	0	19	1032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1051
FERRO-GUSA E AÇO	0	1	0	0	0	0	9	612	0	3	0	0	1	1472	1290	0	0	15	3538
FERRO-LIGAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	62
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0	0	0	0	0	0	29	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	0	0	1	0	13	0	0	0	148
QUÍMICA	2	0	0	134	0	0	48	659	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	844
ALIMENTOS E BEBIDAS	0	0	0	1979	3369	0	49	537	0	3	0	7	1	0	0	0	0	0	5945
TÊXTIL	0	0	0	278	0	0	4	309	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	595
PAPEL E CELULOSE	0	75	0	238	0	118	6	308	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	745
CERÂMICA	0	0	0	1282	0	0	2	269	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	1560
OUTRAS INDÚSTRIAS	0	0	0	591	0	0	106	563	0	22	0	13	3	0	0	0	0	0	1299
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	0	524	0	1617	98	62	161	859	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3329
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0	513	0	0	0	0	97	571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1181
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0	11	0	14	98	62	65	288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	545
CARVOARIAS	0	0	0	1603	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1603
TOTAL	44	617	0	32560	3566	179	4675	6629	5834	974	1	916	109	1484	1970	60	0	15	60023

**Tabela 43** Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1980 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIESEL	ÓLEO COMBUST.	GASOLINA	GLP	NAFTA	QUEROSENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGETAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA-TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	479	542	0	23974	7502	612	13142	14173	6940	2169	284	1699	188	4013	5292	872	0	48	84049
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	256	0	0	0	0	0	0	0	427
SETOR ENERGÉTICO	105	0	0	0	2217	0	207	1561	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5086
RESIDENCIAL	0	0	0	16420	0	0	0	0	0	1944	0	241	106	0	1029	0	0	0	19740
COMERCIAL	0	0	0	170	0	0	20	199	0	73	0	0	28	0	80	0	0	0	570
PÚBLICO	0	0	0	6	0	0	121	79	0	11	0	1	3	0	5	0	0	0	227
AGROPECUÁRIO	0	0	0	3544	0	0	1856	101	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0	5515
RODOVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	9543	0	6882	0	0	0	0	0	0	872	0	0	17298
FERROVIÁRIO	0	23	0	3	0	0	488	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	523
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	1343	0	0	0	0	0	0	1402
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	588	855	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1444
CIMENTO	29	267	0	0	0	0	24	1788	0	0	0	2	0	0	131	0	0	0	2241
FERRO-GUSA E AÇO	72	30	0	0	0	0	34	898	0	27	0	17	1	3944	3661	0	0	48	9148
FERRO-LIGAS	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	222	0	0	0	310
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0	0	0	17	0	0	49	795	0	0	0	13	0	0	28	0	0	0	901
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0	0	0	5	0	0	0	359	0	0	0	0	12	0	73	0	0	0	677
QUÍMICA	100	2	0	95	19	0	32	2037	0	4	28	1	0	0	39	0	0	0	2649
ALIMENTOS E BEBIDAS	0	67	0	1311	5266	0	56	1264	0	10	0	12	9	0	0	0	0	0	7995
TÊXTIL	0	0	0	68	0	0	5	584	0	3	0	7	2	0	2	0	0	0	672
PAPEL E CELULOSE	0	65	0	366	0	610	14	936	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	1997
CERÂMICA	2	60	0	1482	0	1	10	772	0	21	0	2	4	0	0	0	0	0	2355
OUTRAS INDÚSTRIAS	0	8	0	487	0	0	95	1933	0	74	0	55	22	0	10	0	0	0	2873
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	0	749	0	4301	230	194	309	901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTRAIS ELET.SERV.PÚBL.	0	723	0	0	0	0	252	453	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1429
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0	26	0	43	230	194	57	448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1031
CARVOARIAS	0	0	0	4258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4258
TOTAL	479	1291	0	28275	7732	806	13451	15073	6940	2169	284	1699	188	4013	5292	872	0	48	84049



Tabela 44 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1990 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	1777	1050	0	17210	12407	1200	17531	8489	5863	4054	830	1705	232	6442	7604	3593	0	96	93551
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	830	0	0	0	0	0	0	0	1480
SETOR ENERGÉTICO	532	0	0	0	7386	0	359	1447	0	14	0	3	0	0	0	0	0	0	11150
RESIDENCIAL	3	0	0	8761	0	0	0	0	0	3555	0	104	120	0	792	0	0	0	13334
COMERCIAL	1	0	0	126	0	0	33	252	0	241	0	0	45	0	66	0	0	0	763
PÚBLICO	1	0	0	3	0	0	69	48	0	12	0	1	6	0	4	0	0	0	146
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2387	0	0	2717	23	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	5142
RODOVIÁRIO	1	0	0	0	0	0	13378	0	5824	0	0	0	0	0	0	3593	0	0	22796
FERROVIÁRIO	0	6	0	3	0	0	437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	446
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	1550	0	0	0	0	0	0	1589
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	270	670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940
CIMENTO	26	617	0	2	0	31	9	858	0	0	0	1	0	0	434	0	0	0	1983
FERRO-GUSA E AÇO	212	21	0	0	0	0	35	336	0	17	0	9	5	6196	5408	0	0	96	13072
FERRO-LIGAS	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	32	448	0	0	0	499
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	57	0	0	0	0	0	65	414	0	1	0	3	0	124	42	0	0	0	707
NÃO-FER. E OUT.METAL.	17	0	0	42	0	0	0	343	0	11	0	0	0	90	315	0	0	0	1216
QUÍMICA	208	101	0	240	45	0	19	1389	0	7	0	0	1	0	40	0	0	0	2674
ALIMENTOS E BEBIDAS	84	114	0	2162	4918	0	16	637	0	13	0	7	11	0	0	0	0	0	7962
TÊXTIL	33	4	0	171	0	0	2	389	0	3	0	4	2	0	4	0	0	0	612
PAPEL E CELULOSE	35	140	0	828	55	1128	15	473	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2679
CERÂMICA	39	37	0	1717	0	41	5	352	0	22	0	1	6	0	16	0	0	0	2236
OUTRAS INDÚSTRIAS	168	9	0	767	5	0	100	730	0	38	0	20	18	0	20	0	0	0	1878
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	129	0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	245
TRANSFORMAÇÃO	48	1018	0	6105	435	457	478	616	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9277
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	3	996	0	0	0	0	382	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1630
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	45	22	0	133	435	457	96	368	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	1675
CARVOARIAS	0	0	0	5972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5972
TOTAL	1825	2068	0	23315	12842	1658	18009	9105	5863	4054	830	1705	232	6442	7604	3593	0	118	102828

**Tabela 45** Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1994 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR-VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE-SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	2190	906	277	15148	16020	1789	19926	9201	7274	4364	1031	1752	117	8441	6607	4077	0	166	103480
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1027	0	0	0	0	0	0	0	1717
SETOR ENERGÉTICO	580	0	0	0	8293	0	206	1442	0	11	4	4	0	0	0	0	0	0	12302
RESIDENCIAL	17	0	0	7419	0	0	0	0	0	4000	0	64	79	0	638	0	0	0	12216
COMERCIAL	8	0	0	101	0	0	58	246	0	92	0	1	27	0	72	0	0	0	606
PÚBLICO	2	0	0	1	0	0	153	327	0	31	0	0	5	0	3	0	0	0	542
AGROPECUÁRIO	0	0	0	2033	0	0	3360	55	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	5456
RODOVIÁRIO	26	0	0	0	0	0	15155	0	7232	0	0	0	0	0	0	4077	0	0	26490
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	344
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	1653	0	0	0	0	0	0	1695
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	256	715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	971
CIMENTO	3	371	0	1	0	30	14	934	0	0	0	1	0	0	321	0	0	4	1682
FERRO-GUSA E AÇO	283	10	277	0	0	0	34	413	0	22	0	8	0	8107	4810	0	0	162	14951
FERRO-LIGAS	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	542	0	0	0	619
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	49	0	0	0	0	0	112	544	0	0	0	1	0	175	3	0	0	0	888
NÃO-FER. E OUT.METAL.	22	72	0	40	0	0	0	331	0	14	0	0	1	110	152	0	0	0	1267
QUÍMICA	287	130	0	200	56	0	58	1243	0	10	0	0	0	0	37	0	0	0	2774
ALIMENTOS E BEBIDAS	101	84	0	1981	7642	0	25	755	0	19	0	7	1	0	0	0	0	0	10616
TÊXTIL	51	4	0	115	0	0	1	306	0	2	0	1	0	0	2	0	0	0	482
PAPEL E CELULOSE	58	89	0	983	19	1726	18	603	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	3533
CERÂMICA	66	89	0	1644	0	33	6	427	0	97	0	2	0	0	6	0	0	0	2371
OUTRAS INDÚSTRIAS	197	45	0	629	9	0	127	859	0	59	0	9	3	0	14	0	0	0	1961
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	100	1164	0	5264	519	597	556	730	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	9153
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	5	1104	0	0	0	0	468	389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1966
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	95	60	0	142	519	597	88	341	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2064
CARVOARIAS	0	0	0	5122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5122
TOTAL	2291	2070	277	20412	16539	2386	20482	9931	7274	4364	1031	1752	117	8441	6607	4077	0	181	112633



Tabela 46 Emissões por Atividade por Energético – Ano: 1999 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	3432	314	2359	14837	18377	2334	24344	9219	10831	5460	1328	2415	78	7316	5453	4172	0	64	119801
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1325	0	0	0	0	0	0	0	1948
SETOR ENERGÉTICO	991	0	0	0	7436	0	201	1170	0	14	3	1	3	0	0	0	0	0	11841
RESIDENCIAL	44	0	0	7057	0	0	0	0	0	4513	0	30	54	0	469	0	0	0	12167
COMERCIAL	26	0	0	92	0	0	60	300	0	135	0	0	16	0	76	0	0	0	706
PÚBLICO	6	0	0	0	0	0	210	216	0	218	0	0	3	0	0	0	0	0	653
AGROPECUÁRIO	0	0	0	1894	0	0	3865	76	0	10	0	0	0	0	6	0	0	0	5851
RODOVIÁRIO	89	0	0	0	0	0	19004	0	10784	0	0	0	0	0	0	4172	0	0	34049
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	2369	0	0	0	0	0	0	2416
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	285	660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	945
CIMENTO	33	12	182	15	0	70	22	807	0	1	0	1	0	61	242	0	0	0	3027
FERRO-GUSA E AÇO	410	3	1589	0	0	0	23	127	0	71	0	4	0	7156	4199	0	0	64	14610
FERRO-LIGAS	0	0	36	55	0	0	0	9	0	0	0	0	0	5	447	0	0	0	641
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	90	0	366	0	0	0	131	548	0	11	0	3	0	0	0	0	0	0	1278
NÃO-FER. E OUT.METAL.	34	0	118	2	0	0	0	849	0	47	0	0	0	94	3	0	0	0	1608
QUÍMICA	684	136	5	102	0	102	72	1209	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	3860
ALIMENTOS E BEBIDAS	143	33	0	1997	10926	0	28	922	0	41	0	1	0	0	0	0	0	0	14116
TÊXTIL	60	0	0	101	0	0	5	235	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	408
PAPEL E CELULOSE	140	83	0	1100	16	2133	21	891	0	14	0	1	0	0	0	0	0	0	4398
CERÂMICA	99	22	0	1793	0	29	5	462	0	226	0	1	0	0	0	0	0	0	2670
OUTRAS INDÚSTRIAS	279	24	63	627	0	0	120	737	0	144	0	3	0	0	10	0	0	0	2317
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	385	2416	0	3784	962	849	1615	1682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	12093
CENTRAIS ELET.SERV.PÚBL.	71	2361	0	0	0	0	1348	1303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5084
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	313	56	0	153	962	849	267	379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	3378
CARVOARIAS	0	0	0	3631	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3631
TOTAL	3817	2730	2359	18621	19339	3183	25959	10901	10831	5460	1328	2415	78	7316	5453	4172	0	94	131894

**Tabela 47** Emissões por Atividade por Energético – Ano: 2002 – Método: “Top-Down” Extendido Gg/ano

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	6181	301	2891	15814	19267	2628	26528	7203	9765	5276	1156	2555	21	8376	5710	3545	0	65	126325
CONSUMO FINAL NÃO- ENERG.	287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1153	0	0	0	0	0	0	0	1827
SETOR ENERGÉTICO	1451	0	0	0	7041	0	219	858	0	7	3	1	0	0	0	0	0	0	11987
RESIDENCIAL	100	0	0	8434	0	0	0	0	0	4352	0	43	18	0	539	0	0	0	13487
COMERCIAL	123	0	0	72	0	0	67	330	0	189	0	0	3	0	72	0	0	0	856
PÚBLICO	17	0	0	0	0	0	143	139	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	589
AGROPECUÁRIO	0	0	0	1746	0	0	4352	93	0	14	0	0	0	0	6	0	0	0	6210
RODOVIÁRIO	550	0	0	0	0	0	20643	0	9731	0	0	0	0	0	0	3545	0	0	34469
FERROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380
AÉREO	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	2498	0	0	0	0	0	0	2532
HIDROVIÁRIO	0	0	0	0	0	0	246	649	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	895
CIMENTO	56	9	133	17	0	99	21	117	0	0	0	1	0	0	248	0	0	0	3123
FERRO-GUSA E AÇO	619	5	2009	0	0	0	29	92	0	57	0	2	0	8261	4412	0	0	65	16634
FERRO-LIGAS	0	0	46	71	0	0	0	10	0	0	0	0	0	9	415	0	0	0	650
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	196	0	481	0	0	0	133	661	0	23	0	3	0	0	0	0	0	0	1700
NÃO-FER. E OUT.METAL.	106	0	170	0	0	0	0	761	0	38	0	0	0	105	10	0	0	0	1682
QUÍMICA	1065	69	5	46	0	102	99	812	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	3857
ALIMENTOS E BEBIDAS	235	53	0	1936	12200	0	42	750	0	47	0	2	0	0	0	0	0	0	15285
TÊXTIL	123	0	0	84	0	0	1	171	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	391
PAPEL E CELULOSE	263	81	0	1190	26	2397	31	769	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	4781
CERÂMICA	437	30	0	1633	0	29	6	304	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	2605
OUTRAS INDÚSTRIAS	550	54	47	584	0	0	116	686	0	103	0	4	0	0	9	0	0	0	2384
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRANSFORMAÇÃO	1725	1606	0	4115	1184	1310	1282	1203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	12867
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	1214	1554	0	0	0	8	986	880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4643
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	511	52	0	143	1184	1302	295	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4252
CARVOARIAS	0	0	0	3972	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3972
TOTAL	7906	1907	2891	19930	20452	3938	27810	8406	9765	5276	1156	2555	21	8376	5710	3545	0	89	139192



Tabela 48 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1970 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-5,1%	0,4%	0,0%	16,2%	3,8%	9,8%	2,6%	0,0%	36,5%	0,1%	-1,0%	0,3%	-29,2%	-3,5%	3,5%	20,1%	0,0%	1266,0%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	-5,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,8%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	-28,7%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	0,0%	0,0%	0,0%	4,1%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,5%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	0,0%	0,0%	0,0%	4,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	-28,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	36,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,1%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	1,2%	0,0%	3,4%	0,0%	0,0%	3,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	31,4%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	3,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	36,7%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	1191,5%	0,0%
FERRO-LIGAS	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,1%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	3,8%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-27,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-27,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	0,0%	0,3%	0,0%	3,6%	0,0%	9,8%	0,1%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	-27,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,0%	0,0%	0,0%	4,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	-28,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	0,0%	0,6%	0,0%	18,7%	3,7%	23,7%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,0%	0,1%	0,0%	3,5%	3,7%	23,7%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	18,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

**Tabela 49** Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1980 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-5,3%	-3,1%	0,0%	15,6%	3,8%	9,9%	2,5%	1,1%	36,5%	0,1%	-10,6%	0,3%	-32,4%	-2,7%	3,1%	20,2%	0,0%	1193,3%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	-5,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,8%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	39,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	0,0%	0,0%	0,0%	19,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	-28,5%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,3%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	-28,6%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	36,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,2%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	1,2%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	3,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	31,4%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	3,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	-5,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	-5,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	36,7%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	1127,6%	0,0%
FERRO-LIGAS	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,0%	0,0%	0,0%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,1%	0,2%	0,0%	3,3%	3,7%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,3%	-100,0%	-100,0%	-28,8%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,0%	0,5%	0,0%	3,3%	3,8%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-27,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-27,7%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	0,0%	0,3%	0,0%	3,1%	0,0%	9,8%	0,1%	1,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-5,1%	0,6%	0,0%	4,0%	0,0%	63,8%	0,1%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	-27,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,0%	0,6%	0,0%	3,6%	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	-27,9%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	0,0%	0,5%	0,0%	17,5%	3,7%	20,0%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,2%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,0%	0,3%	0,0%	3,1%	3,7%	20,0%	0,9%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,0%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	17,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 50 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1990 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-4,8%	0,8%	0,0%	12,4%	3,8%	15,4%	2,4%	-1,3%	37,3%	-2,8%	-0,9%	0,3%	-22,0%	-2,7%	2,7%	20,6%	0,0%	1039,0%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-7,3%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,1%	39,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	19,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,4%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,2%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	-5,2%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,4%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	11,5%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	37,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,6%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	1,2%	0,0%	2,6%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	-8,3%	1,0%	0,0%	3,6%	0,0%	39,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	-5,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	36,7%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	1008,7%	0,0%
FERRO-LIGAS	-5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	39,6%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	-7,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	-5,1%	0,0%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,9%	0,6%	0,0%	2,9%	3,7%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	-28,3%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	-5,2%	0,7%	0,0%	2,9%	3,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	-28,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	-5,2%	1,1%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	-5,5%	0,6%	0,0%	2,7%	3,8%	13,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-5,3%	0,7%	0,0%	3,6%	0,0%	63,8%	0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	-27,5%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	-5,7%	0,6%	0,0%	3,2%	3,7%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-28,3%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	-5,1%	0,8%	0,0%	16,4%	3,7%	21,6%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	467,1%	12,4%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	-5,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	-5,1%	0,4%	0,0%	2,7%	3,7%	21,6%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	467,1%	8,6%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%


Tabela 51 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1994 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	LEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-5,3%	0,7%	1,9%	12,1%	3,8%	11,6%	2,3%	0,2%	23,1%	0,1%	-1,3%	0,3%	-28,6%	-2,7%	2,7%	18,3%	0,0%	671,8%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	-5,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-5,3%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,6%	-100,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	19,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,7%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,5%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	-5,2%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,7%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	11,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	23,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	18,3%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,1%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	-5,1%	0,8%	0,0%	3,6%	0,0%	39,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	27,9%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	-5,1%	0,8%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	673,5%	0,0%
FERRO-LIGAS	-5,1%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-27,5%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	-5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	-5,1%	0,3%	0,0%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	37,2%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,1%	0,7%	0,0%	2,9%	3,7%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	-5,2%	0,7%	0,0%	3,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	-28,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	-5,2%	1,1%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	-5,2%	0,5%	0,0%	2,8%	3,8%	10,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-5,1%	0,9%	0,0%	3,6%	0,0%	63,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	100,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	-5,1%	0,8%	0,0%	3,2%	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-28,7%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	-5,1%	0,8%	0,0%	16,4%	3,7%	15,5%	0,7%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	602,9%	11,1%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	-5,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	-5,1%	0,4%	0,0%	2,7%	3,7%	15,5%	0,7%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	602,9%	6,9%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	16,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 52 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1999 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-5,4%	0,7%	-21,9%	11,9%	3,8%	6,4%	2,7%	0,2%	23,7%	0,1%	-0,2%	1,7%	-26,0%	-2,7%	2,6%	18,2%	0,0%	1508,9%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	-5,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-6,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,6%	-100,0%	0,1%	37,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	19,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-28,9%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,4%	0,0%	0,0%	0,4%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,9%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	-5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-28,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	11,7%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	23,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	18,2%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,1%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	-5,1%	1,0%	1,7%	3,8%	-100,0%	39,2%	0,3%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	-3,1%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	-5,1%	0,1%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	37,2%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	1452,8%	0,0%
FERRO-LIGAS	0,0%	0,0%	1,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	-5,1%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	-5,1%	0,0%	-100,0%	3,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,1%	0,6%	-100,0%	3,0%	0,0%	-100,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	-100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	-5,2%	0,4%	0,0%	3,1%	3,8%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	-5,2%	1,1%	0,0%	2,9%	3,8%	9,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-5,1%	0,9%	0,0%	3,8%	0,0%	63,8%	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	-5,1%	0,2%	-100,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	-28,9%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	-7,0%	0,8%	0,0%	26,6%	3,7%	15,9%	1,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	683,5%	10,3%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚBL.	-5,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	1,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	-7,4%	0,7%	0,0%	2,9%	3,7%	16,0%	1,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	683,5%	6,4%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	27,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%


Tabela 53 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 2002 – Percentuais relativos aos valores “Bottom-Up”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	-5,5%	0,8%	-22,9%	12,7%	3,8%	7,5%	3,1%	0,3%	24,8%	0,6%	-0,3%	1,7%	-28,9%	-2,7%	2,7%	18,1%	0,0%	1510,3%	0,0%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	-5,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SETOR ENERGÉTICO	-6,4%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	1,1%	-100,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RESIDENCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	19,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,1%	-28,9%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
COMERCIAL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,4%	0,0%	0,0%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	-28,9%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PÚBLICO	-5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	-0,1%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AGROPECUÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	11,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
RODOVIÁRIO	-4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	24,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	18,1%	0,0%	0,0%	0,0%
FERROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AÉREO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,1%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HIDROVIÁRIO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CIMENTO	-5,1%	1,0%	1,7%	3,8%	0,0%	39,2%	0,7%	0,1%	0,0%	0,5%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FERRO-GUSA E AÇO	-6,6%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,1%	0,0%	0,7%	0,0%	0,2%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	1460,7%	0,0%
FERRO-LIGAS	0,0%	0,0%	1,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	-5,1%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,2%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	-5,1%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	-2,7%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
QUÍMICA	-5,1%	0,6%	-100,0%	3,0%	0,0%	-100,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	-100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ALIMENTOS E BEBIDAS	-5,2%	0,4%	0,0%	3,1%	3,8%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TÊXTIL	-5,2%	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PAPEL E CELULOSE	-5,2%	1,1%	0,0%	2,9%	3,8%	10,1%	0,7%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CERÂMICA	-5,1%	0,8%	0,0%	3,8%	0,0%	63,8%	0,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
OUTRAS INDÚSTRIAS	-5,1%	0,9%	-100,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TRANSFORMAÇÃO	-5,7%	0,8%	0,0%	23,1%	3,7%	17,3%	1,5%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	850,9%	9,5%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	-5,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	-100,0%	1,5%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-1,0%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	-6,9%	0,7%	0,0%	2,9%	3,7%	18,0%	1,5%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	850,9%	7,4%
CARVOARIAS	0,0%	0,0%	0,0%	23,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%



Tabela 54 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1970 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,00%	0,00%	0,00%	-7,38%	-0,19%	-0,02%	-0,17%	0,00%	-3,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,08%	-0,10%	-0,02%	-0,27%	-0,28%	-11,04%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,18%
SETOR ENERGÉTICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	-0,19%	0,00%	0,12%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-6,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	-0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	-6,15%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,99%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,15%	0,00%	-3,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	-3,27%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CIMENTO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
FERRO-GUSA E AÇO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	-0,04%	0,00%	0,00%	-0,26%	-0,05%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%	0,00%	-0,02%
QUÍMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,11%	-0,19%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,31%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
PAPEL E CELULOSE	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,09%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TRANSFORMAÇÃO	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,45%	-0,01%	-0,02%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,50%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,04%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,45%

**Tabela 55** Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1980 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,03%	0,02%	0,00%	-3,77%	-0,28%	-0,06%	-0,33%	-0,16%	-2,55%	0,00%	0,03%	0,00%	0,06%	0,11%	-0,17%	-0,18%	-1,70%	-0,58%	-7,70%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	-0,31%
SETOR ENERGÉTICO	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,83%	0,00%	0,08%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-3,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	-0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	-3,26%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,43%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,29%	0,00%	-2,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,18%	0,00%	0,00%	-3,00%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,05%
CIMENTO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
FERRO-GUSA E AÇO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	-0,08%	0,00%	0,00%	-0,55%	-0,11%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,32%	0,00%	-0,08%
QUÍMICA	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,29%	0,00%	0,01%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%	-0,20%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
PAPEL E CELULOSE	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,06%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,07%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,26%	0,00%	-0,11%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TRANSFORMAÇÃO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,76%	-0,01%	-0,04%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%	-0,83%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%	-0,06%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,76%



Tabela 56 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1990 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,08%	-0,01%	0,00%	-1,95%	-0,43%	-0,17%	-0,39%	0,10%	-2,00%	0,10%	0,01%	0,00%	0,05%	0,16%	-0,19%	-0,68%	-1,91%	-0,91%	-5,04%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,15%
SETOR ENERGÉTICO	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,98%	0,00%	0,09%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-1,52%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	-0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,54%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,25%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,37%	0,00%	-1,99%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,68%	0,00%	0,00%	-3,03%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CIMENTO	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
FERRO-GUSA E AÇO	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	-0,11%	0,00%	0,00%	-0,88%	-0,15%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,35%	0,00%	0,01%
QUÍMICA	0,01%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,57%	0,00%	0,00%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,06%	-0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,22%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PAPEL E CELULOSE	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,06%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,08%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,01%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,22%
TRANSFORMAÇÃO	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,92%	-0,01%	-0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,10%	-1,05%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,10%	-0,13%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,91%


Tabela 57 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1994 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,10%	-0,01%	0,00%	-1,54%	-0,51%	-0,17%	-0,39%	-0,02%	-1,41%	0,00%	0,01%	0,00%	0,03%	0,19%	-0,15%	-0,63%	-2,27%	-0,94%	-4,24%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,17%
SETOR ENERGÉTICO	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,15%	0,00%	0,10%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-1,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	-0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,21%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,20%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,37%	0,00%	-1,40%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,63%	0,00%	0,00%	-2,40%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CIMENTO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
FERRO-GUSA E AÇO	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	-0,09%	0,00%	0,00%	-0,92%	-0,12%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,43%	0,00%	0,01%
QUÍMICA	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,63%	0,00%	0,01%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,05%	-0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,29%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PAPEL E CELULOSE	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,17%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,05%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,07%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,01%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,01%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TRANSFORMAÇÃO	0,00%	-0,01%	0,00%	-0,73%	-0,02%	-0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,13%	-0,08%	-0,85%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	-0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,13%	-0,08%	-0,12%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,72%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,72%



Tabela 58 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 1999 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,13%	0,00%	0,37%	-1,28%	-0,50%	-0,11%	-0,47%	-0,01%	-1,85%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,01%	0,14%	-0,10%	-0,55%	-4,22%	-0,70%	-3,85%
CONSUMO FINAL																			
NÃO-ENERG.	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,13%
SETOR																			
ENERGÉTICO	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,22%	0,00%	0,08%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-0,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,99%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,17%
RODOVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,45%	0,00%	-1,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,55%	0,00%	0,00%	-2,83%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CIMENTO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,10%	0,00%	0,02%
FERRO-GUSA E																			
AÇO	0,01%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	-0,07%	0,00%	-0,17%	-0,68%	-0,09%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%
MINERAÇÃO E																			
PELOTIZ.	0,00%	0,00%	0,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,09%	0,00%	0,27%
NÃO-FER. E																			
OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,32%	0,00%	0,10%
QUÍMICA	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,09%	0,00%	0,12%
ALIMENTOS E																			
BEBIDAS	0,01%	0,00%	0,00%	-0,04%	-0,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,32%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PAPEL E CELULOSE	0,01%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,17%
CERÂMICA	0,00%	0,00%	0,00%	-0,05%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%
OUTRAS																			
INDÚSTRIAS	0,01%	0,00%	0,05%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,22%	0,00%	0,05%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TRANSFORMAÇÃO	0,02%	-0,01%	0,00%	-0,73%	-0,03%	-0,10%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%	-0,15%	-0,90%
CENTRAIS																			
ELET.SERV.PÚB.	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CENTRAIS																			
ELET.AUTOPROD.	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	-0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%	-0,15%	-0,16%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,72%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,72%


Tabela 59 Balanço de Carbono Comparação “Top-Down” X “Bottom-Up” – Ano: 2002 – Percentuais relativos ao Carbono Total Emitido”

	GÁS NATU- RAL	CAR- VÃO VAPOR	CAR- VÃO MET.	LENHA	PROD. CANA	OUTRAS PRIMAR	ÓLEO DIE- SEL	ÓLEO COM- BUST.	GASO- LINA	GLP	NAFTA	QUERO- SENE	GÁS	COQUE C. MIN.	CARV. VEGE- TAL	ÁLCOOL ETIL.	O.SEC. PETR.	ALCA- TRÃO	TOTAL
CONSUMO FINAL	0,23%	0,00%	0,45%	-1,38%	-0,50%	-0,13%	-0,56%	-0,01%	-1,67%	-0,02%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,16%	-0,11%	-0,44%	-4,97%	-0,67%	-3,51%
CONSUMO FINAL NÃO-ENERG.	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,18%
SETOR ENERGÉTICO	0,06%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,41%	0,00%	0,13%
RESIDENCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	-1,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,15%
COMERCIAL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PÚBLICO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
AGROPECUÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	-0,14%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,16%
RODOVIÁRIO	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,52%	0,00%	-1,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,44%	0,00%	0,00%	-2,60%
FERROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%
AÉREO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,04%
HIDROVIÁRIO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,02%
CIMENTO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,60%	0,00%	0,03%
FERRO-GUSA E AÇO	0,03%	0,00%	-0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	-0,07%	0,00%	-0,24%	-0,65%	-0,05%
FERRO-LIGAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%
MINERAÇÃO E PELOTIZ.	0,01%	0,00%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,13%	0,00%	0,34%
NÃO-FER. E OUT.METAL.	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,33%	0,00%	0,13%
QUÍMICA	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-1,11%	0,00%	0,13%
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,01%	0,00%	0,00%	-0,04%	-0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,34%
TÊXTIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PAPEL E CELULOSE	0,01%	0,00%	0,00%	-0,02%	0,00%	-0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,18%
CERÂMICA	0,02%	0,00%	0,00%	-0,04%	0,00%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OUTRAS INDÚSTRIAS	0,02%	0,00%	0,03%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,15%	0,00%	0,04%
CONSUMO NÃO- IDENTIFICADO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TRANSFORMAÇÃO	0,07%	-0,01%	0,00%	-0,65%	-0,03%	-0,16%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,19%	-0,14%	-0,84%
CENTRAIS ELET.SERV.PÚB.	0,04%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	-0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%
CENTRAIS ELET.AUTOPROD.	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,03%	-0,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,19%	-0,14%	-0,22%
CARVOARIAS	0,00%	0,00%	0,00%	-0,65%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	-0,65%



Anexo 5

Relatório da 1ª Meta: relatório sobre a Metodologia e Resultados para ano de referência.

(não inclui os anexos ao original)



1 Introdução

O Projeto Balanço de Carbono tem como objeto fornecer um instrumento para elaborar balanço de carbono na produção, transformação e uso de energia no Brasil e o contido nas emissões de gases causadoras de efeito estufa e sua divulgação na forma eletrônica e em relatório escrito.

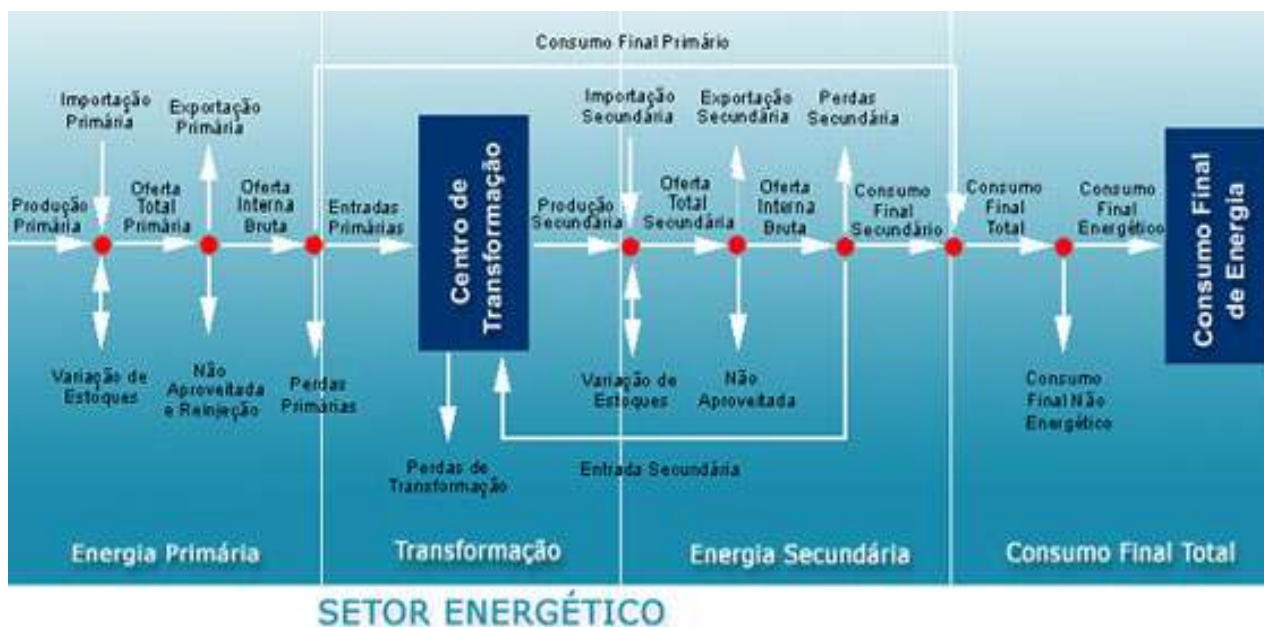
Este relatório se refere à primeira meta sobre a metodologia e resultados para o ano de referência que é o de 2002, último para o qual se dispõe do Balanço Energético Nacional - BEN, publicado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia.

Também estamos apresentando a revisão do relatório executivo correspondente às emissões energéticas revistas para o ano 2002.

2 Metodologia

O Balanço de Carbono vai tratar de estabelecer um balanço entre as entradas Líquidas de Carbono nas atividades energéticas. O Esquema é análogo ao adotado no BEN e mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema do BEN/MME



Os dados do BEN são fornecidos, originalmente, em unidades naturais que correspondem às unidades usadas na origem das informações. Alguns casos especiais, onde há agrupamento de fontes, as unidades são em toneladas equivalentes de petróleo e um critério especial deve ser estabelecido.

Para exemplificar a metodologia tomaremos o caso especial do petróleo e seus derivados que se constitui no grupo de energéticos cujo tratamento é mais complexo. Fundamentalmente precisaremos,



para os dados de entrada, de um fator de conversão que forneça, para cada produto a massa de carbono por tonelada equivalente de petróleo (tep). Esses fatores podem variar para cada ano e para cada energético.

Para os dados de saída, é necessário avaliar a massa de carbono nas emissões. Para isto é necessário avaliar as emissões que contenham carbono. A metodologia para copilar os resultados, foi objeto de convênio anterior e&e-MCT (ONG N° 01.0065.00/2003), e está descrita nos relatórios apresentados. As emissões resultam da multiplicação dos valores relativos ao uso final dos energéticos e a algumas transformações, expressos em energia, por coeficientes apurados no levantamento do inventário das emissões causadoras de efeito estufa para o Brasil. Para anos anteriores aos do período da apuração do inventário de emissões foram usados os coeficientes do primeiro ano para o qual ele foi calculado (1990). Os coeficientes para os anos posteriores ao de 1999 foram tomados iguais aos desse ano (o último do levantamento do inventário).

Para os hidrocarbonetos, uma aproximação para o teor de carbono por energia contida pode ser obtida a partir da diferença entre o poder calorífico superior e inferior fornecido pelo BEN. A metodologia e sua verificação para a gasolina acham-se expostas no anexo 2. Fundamentalmente, usa-se o valor da energia de formação de uma grama de água (540 cal) para deduzir a participação do hidrogênio na composição do hidrocarboneto. A participação do carbono é o complemento dessa participação.

3 Aplicação ao ano de 2002

Os resultados preliminares, para a aplicação do método para os diversos hidrocarbonetos constantes do BEN, são mostrados na Tabela 1. O método também foi aplicado para outros produtos. No caso do carvão e seus compostos deve-se supor, sendo os valores de PCI e PCS diferentes, que existe uma diferença entre estas características de combustíveis atribuída à entalpia da água. Para o álcool anidro e hidratado a relação de massa de carbono e oxigênio foi tomada como a do etanol ($\text{massa C/massa(C+O)} = 24/40$)

A concordância com os valores indicados pelo IPCC é bastante boa. A aplicação do método está sendo refinada. Usar estes valores ao invés de tabelados abre a possibilidade de usar teores de carbono mais adequados à especificação dos combustíveis usados no Brasil e para testar a coerência interna dos dados do BEN.

A Figura 1 compara graficamente os resultados obtidos pela aplicação do método com os valores de referência. Considerando-se que os valores “default” do IPCC são valores médios para combustíveis e, em alguns casos simplesmente consideram-se valores baseados no combustível primário a concordância é animadora. Algumas diferenças, no entanto, estão sendo analisadas como a do gás natural. No caso do gás de refinaria não se trata de um hidrocarboneto (a mistura contém, inclusive, hidrogênio) e o teor de carbono não pode ser obtido por diferença. Também é o caso do álcool onde é necessária a correção para o oxigênio contido. Outros energéticos, como o carvão a proveniência do hidrogênio que justificaria a diferença entre os PCI e o PCS está sendo atualizada.



No que se segue, usaremos, provisoriamente, os valores do IPCC para testar a metodologia.

Balanço do Carbono no Refino do Petróleo

Assim como a energia que se conserva nas transformações (a energia consumida também é computada no setor energético) também se conserva a massa de carbono, objetivo de nosso balanço. O centro de transformação mais complexo é o setor de refino.



Tabela 1 Teor de Carbono a partir de poderes caloríficos superior e inferior comparado valores IPCC

Ano 2002	PCS	PCI	PCI	PCS- PCI	KgH ₂ O/ KgCom b	kgH/ KgCom b	KgC/ KgCom b	tC/T J	ipcc tab 1.1	
	a	b	c=b*4,18/ 10 ⁶	d=a-b	e=d/540	f=e/9	g=1-f			
	kcal/kg	kcal/K g	TJ/t							
Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,15	0,128	0,872	20,5	20,0	crude oil
Gás Natural Úmido (1)	11717	11130	0,0466	587	1,09	0,121	0,879	18,9		
Gás Natural Seco (1)	11735	11157	0,0467	578	1,07	0,119	0,881	18,9	15,3	natural gas (dry)
Carvão Vapor 3100 kcal/kg	3100	2950	0,0124	150	0,28	0,031	0,969		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 3300 kcal/kg	3300	3100	0,0130	200	0,37	0,041	0,959		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 3700 kcal/kg	3700	3500	0,0147	200	0,37	0,041	0,959		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 4200 kcal/kg	4200	4000	0,0167	200	0,37	0,041	0,959		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 4500 kcal/kg	4500	4250	0,0178	250	0,46	0,051	0,949		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 4700 kcal/kg	4700	4450	0,0186	250	0,46	0,051	0,949		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 5200 kcal/kg	5200	4900	0,0205	300	0,56	0,062	0,938		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 5900 kcal/kg	5900	5600	0,0234	300	0,56	0,062	0,938		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vapor 6000 kcal/kg	6000	5700	0,0239	300	0,56	0,062	0,938		26,2	sub bituminous coal
Carvão Vap. sem Especificação	3000	2850	0,0119	150	0,28	0,031	0,969		26,2	sub bituminous coal
Carvão Metalúrgico Nacional	6800	6420	0,0269	380	0,70	0,078	0,922		24,8	coking coal
Carvão Metalúrgico Importado	7920	7400	0,0310	520	0,96	0,107	0,893	28,8	25,8	coking coal
Lenha Catada	3300	3100	0,0130	200	0,37	0,041	0,959		29,9	solid biomass
Lenha Comercial	3300	3100		200	0,37	0,041	0,959		29,9	solid biomass
Caldo de Cana	0	623		-623	-1,15	-0,128	1,128		20	liquid biomass(a)
Melaço	0	1850		-1850	-3,43	-0,381	1,381		21	liquid biomass(a)
Bagaço de Cana (3)	2257	2130	0,0089	127	0,24	0,026	0,974		29,9	solid biomass
Lixívia	3030	2860		170	0,31	0,035	0,965		21	liquid biomass(a)
Óleo Diesel	10700	10100	0,0423	600	1,11	0,123	0,877	20,7	20,2	gas/ diesel oil
Óleo Combustível Médio	10080	9590	0,0402	490	0,91	0,101	0,899	22,4	21,1	residual fuel oil
Gasolina Automotiva	11170	10400	0,0435	770	1,43	0,158	0,842	19,3	18,9	gasoline
Gasolina de Aviação	11290	10600	0,0444	690	1,28	0,142	0,858	19,3	18,9	gasoline
Gás liquefeito de Petróleo	11740	11100	0,0465	640	1,19	0,132	0,868	18,7	17,2	LPG
Nafta	11300	10630	0,0445	670	1,24	0,138	0,862	19,4	20,0	Naphtha(a)
Querosene Iluminante	10940	10400	0,0435	540	1,00	0,111	0,889	20,4	19,6	other kerosene
Querosene de Aviação	11090	10400	0,0435	690	1,28	0,142	0,858	19,7	19,5	jet kerosenr
Gás de Coqueria (4)	4500	4300	0,0180	200	0,37	0,041	0,959			coke oven/ gas coke
Gás Canalizado Rio de Janeiro (4)	3900	3800	0,0159	100	0,19	0,021	0,979			coke oven/ gas coke
Gás Canalizado São Paulo (4)	4700	4500	0,0188	200	0,37	0,041	0,959			coke oven/ gas coke
Coque de Carvão Mineral	7300	6900	0,0289	400	0,74	0,082	0,918	31,8	30,5	coke oven/ gas coke
Carvão Vegetal	6800	6460	0,0270	340	0,63	0,070	0,930	34,4	29,9	solid biomass
Álcool Etílico Anidro	7090	6750	0,0283	340	0,63	0,070	0,558	19,7	19,8	* C etanol puro
Álcool Etílico Hidratado	6650	6300	0,0264	350	0,65	0,072	0,557	21,1		
Gás de Refinaria	8800	8400	0,0352	400	0,74	0,082	0,918	26,1	18,2	refinery gas
Coque de Petróleo	8500	8390	0,0351	110	0,20	0,023	0,977	27,8	27,5	
Outros Energéticos de Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,15	0,128	0,872	20,5		
Outras Secundárias - Alcatrão	9000	8550	0,0351	450	0,83	0,093	0,907	20,5		
Asfaltos	10300	9790	0,0410	510	0,94	0,105	0,895	21,8	22,0	bitumen
Lubrificantes	10770	10120	0,0424	650	1,20	0,134	0,866	20,4	20,0	lubricants(a)
Solventes	11240	10550	0,0442	690	1,28	0,142	0,858	19,4		
Outros Não-Energ.de Petróleo	10800	10180	0,0426	620	1,15	0,128	0,872	20,5		

(1) densid GN seco 0,61, e GN úmido 0,61 (2) Bagaço com 50% de umidade. (3) Álcool massa C/O do etanol (4) kcal/m³



Figura 2 - Comparação entre os valores obtidos usando o método dos poderes caloríficos superior e inferior e os valores recomendados pelo IPCC

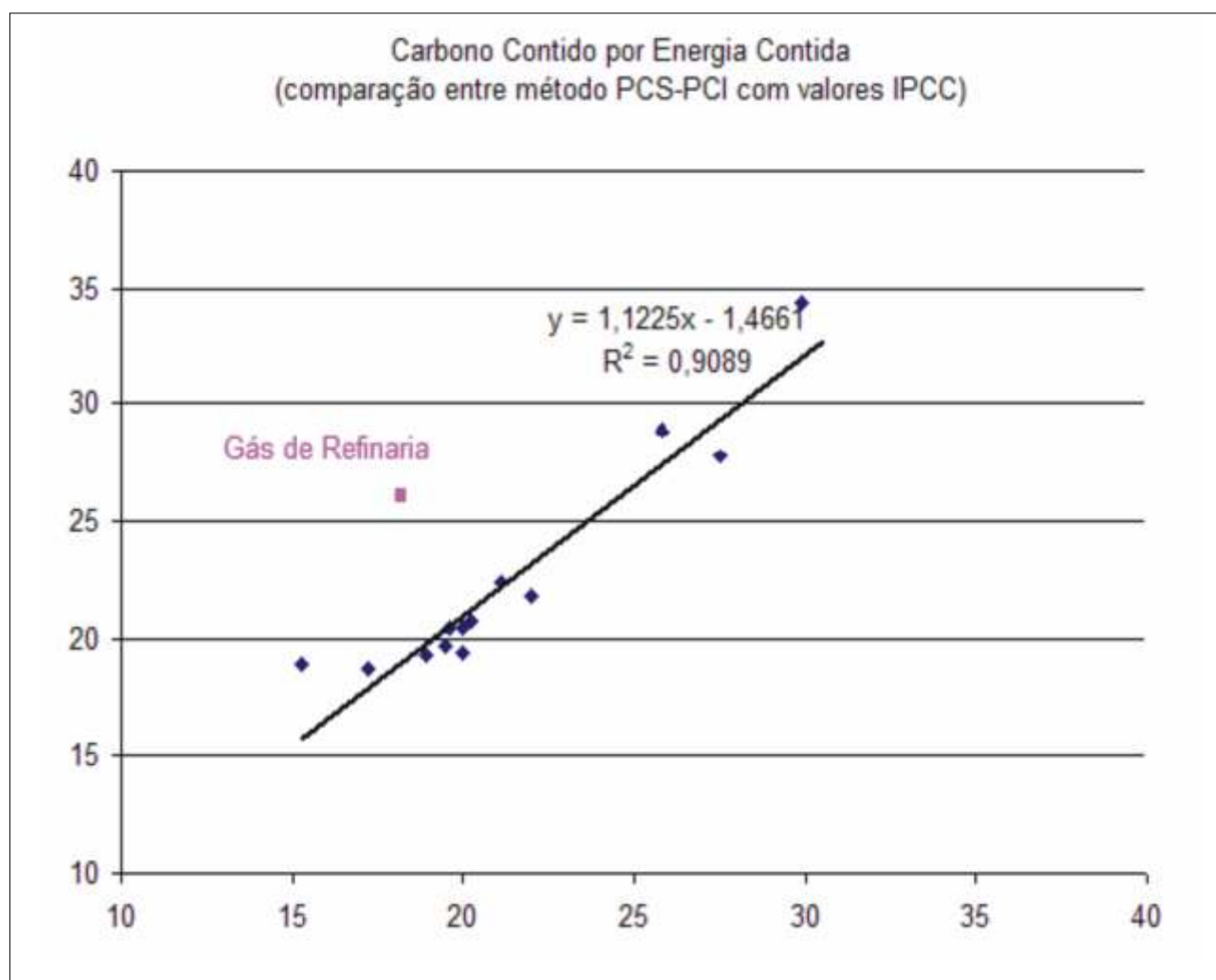




Tabela 2 Balanço de energia e de carbono nas refinarias de petróleo em 2002

	Energia 10 E3 tep	tC/TJ	tC/tep	Massa de carbono 10 E3 t C
PETROLEO	-83076	20	0,837	-69564
EN.PRIM. RENOV.	-926	20	0,837	-776
OLEO DIESEL	27330	20,2	0,846	23113
OLEO COMBUST.	17083	21,1	0,883	15091
GASOLINA	14499	18,9	0,791	11473
GASOLINA AUTOMOT.	14445	18,9	0,791	11430
GASOLINA AVIACAO	54	18,9	0,791	43
GLP	4657	17,2	0,720	3354
NAFTA	6716	20	0,837	5624
QUEROS.	3165			2585
QUEROS. ILUM.	187	19,6	0,821	153
QUEROS. AVIACAO	2978	19,5	0,816	2432
OUT.SEC. PETROLEO	5189			4600
GAS DE REFIN.	3222	18,2	0,762	2455
COQUE PETROLEO	1585	27,5	1,151	1825
OUT.EN. PETROLEO	382	20	0,837	320
PROD.NAO EN.PET.	4300			3738
ASFALTOS	1641	22	0,921	1512
LUBRIFICANTES	728	20	0,837	610
SOLVENTES	536	20	0,837	448
OUT.NAO EN.PET.	1395	20	0,837	1168
TOTAL	-1064			-762
Desvio em relação à entrada	-1,3%			-1,1%

Pode-se notar que o valor do balanço de carbono é coerente com o erro verificado com o balanço de energia. Note-se que para alguns produtos (11% do total em carbono) os valores tomados foram do próprio petróleo. Essa é, aliás, uma outra razão para estudar a metodologia dos poderes caloríficos²².

Balanço de Carbono nas Emissões

O programa, elaborado anteriormente e atualizado para incluir o ano de 2002 dentro do presente convênio, permite quantificar as emissões por tipo de combustível nos vários setores. É possível elaborar, para cada tipo de gás emitido e pelo setor um acompanhamento para os diversos combustíveis,

²² Também foi verificado o balanço de carbono nas unidades de processamento de gás natural. O fechamento do balanço de energia não é, a nosso ver satisfatório, já que a diferença entre o valor do gás úmido absorvido pelas unidades e os produtos obtidos é de 15%. O balanço de massa de carbono, inclusive, “fecha” com aproximação bastante superior que o de energia. No balanço energético a diferença pode advir do uso de poderes caloríficos não adaptados à variação dos gases produzidos. Também a diferença apresentada no BEN entre o poder calorífico superior e inferior do gás natural parece que deve ser revista. Como existem questões a resolver o assunto será tratado com detalhe no próximo relatório ou em nota separada.



das “entradas” de carbono como combustível e nas suas “saídas” na forma de emissões (corrigidas do carbono retido).

Na tabela 3 estão representadas as emissões por gás em massa do gás e em massa do carbono no consumo final. Na tabela 4 estão representados os dados nos centros de transformação de energia.t. Na tabela 5 calcula-se o total das emissões em carbono

Tabela 3 Emissões de carbono no consumo final energético em 2002 em Gg/ano

	CO ₂		CH ₄		CO		NMVOCs	C	Total C
GÁS NATURAL	21352	5,82	2,08	0,00	34,70	0,01	1,82	0,00	5,84
CARVÃO VAPOR	1110	0,30	0,02	0,00	1,08	0,00	0,24	0,00	0,30
CARVÃO MET.	8159	2,23	0,08	0,00	6,38	0,00	1,62	0,00	2,23
LENHA	58113	15,85	81,82	0,06	3993,22	1,71	247,57	0,20	17,82
PROD. CANA	71148	19,40	22,12	0,02	1265,93	0,54	36,87	0,03	19,99
OUTRAS PRIMAR	10206	2,78	0,99	0,00	89,57	0,04	1,83	0,00	2,82
ÓLEO DIESEL	97926	26,71	7,62	0,01	1074,96	0,46	215,46	0,17	27,35
ÓLEO COMBUST.	26381	7,19	0,76	0,00	45,74	0,02	7,77	0,01	7,22
GASOLINA	36541	9,97	5,20	0,00	4451,14	1,91	391,76	0,31	12,19
GLP	19443	5,30	0,35	0,00	4,30	0,00	1,56	0,00	5,31
NAFTA	4229	1,15		0,00		0,00		0,00	1,15
QUEROSENE	9487	2,59	0,09	0,00	13,19	0,01	6,57	0,01	2,60
GÁS	56	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
COQUE C. MIN.	29767	8,12	0,28	0,00	59,25	0,03	4,49	0,00	8,15
ELETRICIDADE	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARV. VEGETAL	20023	5,46	38,59	0,03	834,37	0,36	19,30	0,02	5,86
ÁLCOOL ETIL.	13224	3,61	1,56	0,00	1133,31	0,49	117,24	0,09	4,19
O.SEC. PETR.	26494	7,23	0,35	0,00	16,35	0,01	1,63	0,00	7,23
ALCATRÃO	3813	1,04	0,04	0,00	3,15	0,00	0,20	0,00	1,04
TOTAL	457884	124,88	161,96	0,12	13026,68	5,58	1055,92	0,84	131,43



Tabela 4 Emissões de carbono nos centros de transformação em 2002 em Gg/ano

	CO ₂	C	CH ₄	C	CO	C	NMVOCs	C	Total C
GÁS NATURAL	5957	1,62	0,64	0,00	4,91	0,00	0,53	0,00	1,63
CARVÃO VAPOR	5932	1,62	0,04	0,00	0,90	0,00	0,32	0,00	1,62
CARVÃO MET.	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LENHA	16381	4,47	114,70	0,09	772,09	0,33	229,47	0,18	5,07
PROD. CANA	4374	1,19	1,36	0,00	77,34	0,03	2,27	0,00	1,23
OUTRAS PRIMAR	5583	1,52	0,53	0,00	28,38	0,01	1,09	0,00	1,54
ÓLEO DIESEL	4732	1,29	0,26	0,00	22,58	0,01	0,32	0,00	1,30
ÓLEO COMBUST.	4407	1,20	0,05	0,00	0,86	0,00	0,29	0,00	1,20
GASOLINA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GLP	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NAFTA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUEROSENE	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GÁS	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQUE C. MIN.	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ELETRICIDADE	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CARV. VEGETAL	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÁLCOOL ETIL.	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O.SEC. PETR.	1010	0,28	0,01	0,00	0,21	0,00	0,07	0,00	0,28
ALCATRÃO	839	0,23	0,01	0,00	0,14	0,00	0,05	0,00	0,23
TOTAL	49214	13,42	117,60	0,09	907,41	0,39	234,40	0,19	14,09



Tabela 5 Emissões de carbono no consumo e transformação em 2002 em Gg/ano

	Consumo Final	Transformação	Total
GÁS NATURAL	5,841	1,628	7,469
CARVÃO VAPOR	0,304	1,618	1,922
CARVÃO MET.	2,229	0,000	2,229
LENHA	17,820	5,068	22,888
PROD. CANA	19,993	1,229	21,221
OUTRAS PRIMAR	2,824	1,536	4,360
ÓLEO DIESEL	27,346	1,301	28,646
ÓLEO COMBUST.	7,221	1,202	8,424
GASOLINA	12,191	0,000	12,191
GLP	5,306	0,000	5,306
NAFTA	1,153	0,000	1,153
QUEROSENE	2,598	0,000	2,598
GÁS	0,015	0,000	0,015
COQUE C. MIN.	8,147	0,000	8,147
ELETRICIDADE	0,000	0,000	0,000
CARV. VEGETAL	5,863	0,000	5,863
ÁLCOOL ETIL.	4,187	0,000	4,187
O.SEC. PETR.	7,234	0,276	7,510
ALCATRÃO	1,041	0,229	1,270
TOTAL	131,426	14,087	145,513

Finalmente, na tabela 6, representamos o balanço de carbono para derivados de petróleo.

Tabela 6 Comparação das emissões apuradas e o teor de carbono dos combustíveis

	Consumo Final	Emissões no Consumo Final	Diferença	
OLEO DIESEL	26804	27346	542	2,0%
OLEO COMBUST.	7278	7221	-57	-0,8%
GASOLINA	9866	12191	2325	23,6%
GLP	5331	5306	-25	-0,5%
NAFTA	5771	1153	-4618	-80,0%
QUEROS.	2658	2598	-59	-2,2%
OUT.SEC. PETROLEO	7878	7234	-644	-8,2%
PROD.NAO EN.PET.	3874	0	-3874	-100,0%



A análise preliminar dos dados revela uma concordância dentro do esperado. A exceção é a gasolina onde se registra uma expressiva diferença que parece proveniente dos coeficientes utilizados que devem se referir à mistura carburante enquanto os volumes do BEN correspondem a gasolina sem o álcool anidro. No caso da nafta e de produtos não energéticos a diferença se deve a usos onde se supõe que não existam emissões ou onde elas não são computadas no setor energético. De qualquer forma, a revelação desses espaços não atingidos pelo balanço, chamam a atenção da necessidade de considerá-los corretamente já que somente uma fração do carbono que falta fica realmente imobilizada para efeitos de contabilidade para avaliação do efeito estufa.

Outras Atividades

Foi realizada uma revisão crítica dos resultados gerados pelo programa de computador para estimar o resultado das emissões. Alguns erros de apresentação de dados e gráficos foram corrigidos no programa e relatório. O programa foi transferido para o MCT para testes.

Algumas dificuldades referentes à capacidade dos computadores disponíveis na equipe sediada na FINEP foram minimizadas por modificações no programa de computador. O presente projeto contempla o reequipamento da parte computacional de uso da equipe. O processo de compra está em sua fase final.

Conclusões Preliminares

A apuração preliminar do balanço de carbono revelou-se bastante útil para induzir o refinamento de dados na apuração da emissão de gases causadores do efeito estufa. Erros metodológicos e operacionais foram revelados pela análise das emissões bem como aparentes incoerências no próprio BEN.

No caso do BEN, uma análise dos valores dos poderes caloríficos superior e inferior merece ser realizada. O ideal seria contar com características medidas. No caso mais gritante, o gás natural, existem importantes diferenças no próprio balanço de energia das unidades de processamento de gás natural que necessitam ser revistas para incorporar a variação, a cada ano, da composição do gás úmido. Uma alternativa é usar os próprios balanços de energia e de carbono para inferir as diferenças.

Também está em andamento, com a equipe do MCT de mudanças climáticas, uma análise crítica de resultados do programa que gera a ONG



Referências

- i _____ MME, Balanço Energético Nacional 2003
Carlos Feu Alvim et al. (relatório do projeto)
- ii _____ Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima – MCT “Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção das Nações Unidas, Brasília Novembro de 2004
- ii _____ COPPE – UFRJe MCT Primeiro Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa – Relatório de Referência – Emissões de Carbono Derivadas do Sistema Energético – Abordagem TopDown MCT 2002
- iv _____ IPCC, 1996. *Greenhouse Gas Inventory Reporting Instructions - Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol 1, 2, 3, IPCC, IEA, OECD.

Pedro Renato Barbosa
pedrorenbarbosa@gmail.com

Diagramação e Designer Gráficos

Ministério da
Ciência e Tecnologia

