

**TERCEIRO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES E REMOÇÕES
ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

SETOR ENERGIA

**EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR QUEIMA DE
COMBUSTÍVEIS: ABORDAGEM *BOTTOM-UP***



**Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
2015**

TERCEIRO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES E REMOÇÕES ANTRÓPICAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

RELATÓRIOS DE REFERÊNCIA

SETOR ENERGIA

EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS: ABORDAGEM *BOTTOM-UP*

Elaborado por:

Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, Programa de Planejamento Energético, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Centro Clima/PPE/COPPE/UFRJ

Autores:

Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc. (Coordenação Geral)

Carolina Burle Schmidt Dubeux, D.Sc. (Coordenação Técnica)

Amaro Olímpio Pereira Jr., D.Sc., **Larissa Albino da Silva Santos**, M.Sc. e **Thauan Santos**, M.Sc. (Subetor Energético)

Raymundo Moniz de Aragão Neto, M.Sc. (Subsetor Industrial)

Michele Karina Cotta Walter, D.Sc. (Subsetor Agropecuário)

Patricia Turano de Carvalho, M.Sc., **Mariana Weiss de Abreu**, M.Sc. e **Gustavo Malaguti**, M.Sc., (Subsetores Residencial, Público e Comercial)

William Wills D.Sc., **Alberto Arruda Villela**, D.Sc. e **Luan Santos**, M.Sc. (Subsetor de Transporte)

Daniel Oberling, D.Sc. (Análise de Incertezas)

Marcelo Buzzatti, M.Sc. (Computação)

Estagiárias: **Isabella da Fonseca Zicarelli**, **Bruna Cordeiro** e **Luiza Di Beo Oliveira**

Apoio: **Carmen Brandão Reis** e **Elza Maria da Silveira Ramos**

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

2015

| Índice | Página |
|--|--------|
| 1. Introdução | 16 |
| 2. Metodologia | 17 |
| 3. Dados | 18 |
| 3.1 <i>Consumo de Energia, como combustível, por subsetor</i> | 20 |
| 3.1.1 Consumo final energético do Subsetor Energético | 21 |
| 3.1.2 Centros de Transformação | 21 |
| 3.1.3 Consumo final energético do Subsetor Industrial | 23 |
| 3.1.4 Consumo final energético do Subsetor de Transportes | 26 |
| 3.1.5 Consumo final energético do Subsetor Residencial | 29 |
| 3.1.6 Consumo final energético do Subsetor Comercial | 29 |
| 3.1.7 Consumo final energético do Subsetor Público | 30 |
| 3.1.8 Consumo final energético do Subsetor Agropecuário | 31 |
| 4. Emissões de CO ₂ | 32 |
| 4.1 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo</i> | 38 |
| 4.2 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial</i> | 42 |
| 4.3 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes</i> | 46 |
| 4.4 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Residencial</i> | 50 |
| 4.5 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Comercial</i> | 52 |
| 4.6 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Público</i> | 54 |
| 4.7 <i>Emissões de CO₂ do Subsetor Agropecuário</i> | 56 |
| 5. Emissões de Gases não-CO ₂ | 58 |
| 5.1 <i>Emissões de CH₄</i> | 59 |
| 5.2 <i>Emissões de N₂O</i> | 63 |
| 5.3 <i>Emissões de CO</i> | 67 |
| 5.4 <i>Emissões de NO_x</i> | 71 |
| 5.5 <i>Emissões de NMVOC</i> | 75 |
| 6. Emissões de <i>Bunkers</i> | 79 |
| 7. Avaliação de Incertezas | 80 |
| 8. Diferenças em Relação ao Segundo Inventário | 82 |
| 9. Recomendações para Aprimoramento das Estimativas | 83 |
| 10. Referências Bibliográficas | 85 |
| ANEXO - Carbono Excluído | 89 |

Lista de Tabelas

| | Página |
|--|--------|
| <i>Tabela I – Consumo final energético, por energético e por uso</i> | 9 |
| <i>Tabela II – Consumo final energético, por subsetor e por uso</i> | 11 |
| <i>Tabela III – Emissões de CO₂ do uso como combustível do consumo final energético de fontes fósseis, por energético</i> | 12 |
| <i>Tabela IIIA – Emissões de CO₂ do uso como combustível do consumo final energético de biomassas, por energético</i> | 13 |
| | |
| <i>Tabela 1 – Consumo final energético, como combustível, por subsetor</i> | 19 |
| <i>Tabela 2 – Emissões totais de CO₂, por energético</i> | 33 |
| <i>Tabela 3 – Emissões totais de CO₂, por subsetor</i> | 36 |
| <i>Tabela 4 – Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo, por energético</i> | 39 |
| <i>Tabela 5 – Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo, por segmento</i> | 40 |
| <i>Tabela 6 – Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial, por energético</i> | 43 |
| <i>Tabela 7 – Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial, por segmento</i> | 45 |
| <i>Tabela 8 – Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes, por energético</i> | 47 |
| <i>Tabela 9 – Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes, por modal</i> | 49 |
| <i>Tabela 10 – Emissões de CO₂ do Subsetor Residencial, por energético</i> | 51 |
| <i>Tabela 11 – Emissões de CO₂ do Subsetor Comercial, por energético</i> | 53 |
| <i>Tabela 12 – Emissões de CO₂ do Subsetor Público, por energético</i> | 55 |
| <i>Tabela 13 – Emissões de CO₂ do Subsetor Agropecuário, por energético</i> | 57 |
| <i>Tabela 14 – Emissões de CH₄, por energético</i> | 60 |
| <i>Tabela 15 – Emissões de CH₄, por subsetor</i> | 61 |
| <i>Tabela 16 – Emissões de CH₄, por tecnologia</i> | 62 |
| <i>Tabela 17 – Emissões de N₂O, por energético</i> | 64 |
| <i>Tabela 18 – Emissões de N₂O, por subsetor</i> | 65 |
| <i>Tabela 19 – Emissões de N₂O, por tecnologia</i> | 66 |
| <i>Tabela 20 – Emissões de CO, por energético</i> | 68 |
| <i>Tabela 21 – Emissões de CO por subsetor</i> | 69 |
| <i>Tabela 22 – Emissões de CO, por tecnologia</i> | 70 |
| <i>Tabela 23 – Emissões de NO_x (Gg/ano) por energético</i> | 72 |
| <i>Tabela 24 – Emissões de NO_x (Gg/ano) por subsetor</i> | 73 |
| <i>Tabela 25 – Emissões de NO_x, por tecnologia</i> | 74 |
| <i>Tabela 26 – Emissões de NMVOC, por energético</i> | 76 |
| <i>Tabela 27 – Emissões de NMVOC, por subsetor</i> | 77 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabela 28 – Emissões de NMVOC, por tecnologia.....</i> | <i>78</i> |
| <i>Tabela 29 – Emissões de Bunker.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabela 30 – Produtos de Uso não Energético – contabilizados em Processos Industriais.....</i> | <i>89</i> |
| <i>Tabela 31 – Matéria Prima da Indústria – contabilizada em Processos Industriais.....</i> | <i>89</i> |
| <i>Tabela 32 – Redutores na Produção Metalúrgica – contabilizados em Processos Industriais.....</i> | <i>90</i> |

Lista de Figuras

Página

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1 – Consumo final energético do Subsetor Energético, por energético</i> | 21 |
| <i>Figura 2 – Consumo energético na transformação, em Centrais Elétricas de Serviço Público, por energético</i> | 22 |
| <i>Figura 3 – Consumo energético na transformação, em Centrais Elétricas Autoprodutoras, por energético</i> | 22 |
| <i>Figura 4 – Consumo energético na transformação, em Carvoarias, por energético</i> | 23 |
| <i>Figura 5 – Consumo final energético do Subsetor Industrial, por energético</i> | 24 |
| <i>Figura 6 – Consumo final energético do Subsetor Industrial, por segmento</i> | 26 |
| <i>Figura 7 – Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal rodoviário, por energético</i> | 27 |
| <i>Figura 8 – Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal aéreo, por energético</i> | 27 |
| <i>Figura 9 – Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal ferroviário, por energético</i> | 28 |
| <i>Figura 10 – Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal hidroviário, por energético</i> | 28 |
| <i>Figura 11 – Consumo final energético do Subsetor Residencial, por energético</i> | 29 |
| <i>Figura 12 – Consumo final energético do Subsetor Comercial, por energético</i> | 30 |
| <i>Figura 13 – Consumo final energético do Subsetor Público, por energético</i> | 31 |
| <i>Figura 14 – Consumo final energético do Subsetor Agropecuário, por energético</i> | 31 |
| <i>Figura 15 – Emissões totais de CO₂ de combustíveis fósseis, por subsetor</i> | 37 |
| <i>Figura 16 – Emissões totais de CO₂ de biomassas, por subsetor</i> | 37 |
| <i>Figura 17 – Evolução das Emissões de CO₂ de Fontes Fósseis de Autoprodução de Energia Elétrica</i> | 41 |
| <i>Figura 18 – Evolução das Emissões de CO₂ de Biomassas de Autoprodução de Energia Elétrica</i> | 42 |

Apresentação

O Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal (Inventário) é parte integrante da Comunicação Nacional à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Convenção de Mudança do Clima). A Comunicação Nacional é um dos principais compromissos de todos os países signatários da Convenção de Mudança do Clima.

A responsabilidade da elaboração da Comunicação Nacional é do Ministério da Ciência e Tecnologia, ministério responsável pela coordenação da implementação da Convenção de Mudança do Clima no Brasil, conforme divisão de trabalho no governo que foi estabelecida em 1992. A Terceira Comunicação Nacional Brasileira será elaborada de acordo com as Diretrizes para Elaboração das Comunicações Nacionais dos Países não Listados no Anexo I da Convenção (países em desenvolvimento) (Decisão 17/CP.8 da Convenção) e as diretrizes metodológicas do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC).

Em atenção a essas Diretrizes, o presente Inventário é apresentado para os anos de 2006 a 2010. Em relação aos anos de 1990 a 2005, o presente Inventário atualiza as informações apresentadas no Segundo Inventário.

Como diretriz técnica básica, foram utilizados os seguintes documentos elaborados pelo IPCC: *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* publicado em 1997, o documento *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, publicado em 2000, e o *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, publicado em 2006.

A elaboração do Inventário contou com a participação ampla de entidades governamentais e não-governamentais, incluindo ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria. Os estudos elaborados resultaram em um conjunto de Relatórios de Referência, do qual este relatório faz parte, contendo as informações utilizadas, descrição da metodologia empregada e critérios adotados.

Todos os Relatórios de Referência foram submetidos a uma consulta ampla de especialistas que não participaram na elaboração do Inventário diretamente, como parte do processo de controle e garantia de qualidade. Esse processo foi essencial para assegurar a qualidade e a correção da informação que constitui a informação oficial do governo brasileiro submetida à Convenção de Mudança do Clima.

Sumário Executivo

Este relatório apresenta as estimativas das emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes do consumo de combustíveis fósseis no setor energético brasileiro, com base na abordagem *Bottom-up*, para o período de 1990 a 2010. A metodologia adotada para a realização dos cálculos das emissões está de acordo com os documentos elaborados pelo IPCC “*Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” (IPCC,1997), o documento “*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*”, publicado em 2000 (IPCC, 2000) e o documento “*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” (IPCC, 2006).

A elaboração do presente relatório resulta de um acordo firmado entre o Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento - PNUD, agência responsável por implementar os recursos financeiros advindos do Fundo Global para o Meio Ambiente (*Global Environmental Fund - GEF*) e o Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas - Centro Clima, do Programa de Planejamento Energético, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Centro Clima/PPE/COPPE/UFRJ.

Como resultado, foram apresentados diversos trabalhos, posteriormente revisados e compilados pela Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), agência executora do Projeto BRA/05/G31 - Terceira Comunicação Nacional do Brasil para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC).

O consumo de combustíveis foi calculado com base nos dados de energia por fonte, obtidos da matriz ampliada do Balanço Energético Nacional (BEN)¹, disponibilizada pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Observa-se no período de 1990 a 2010, coberto pelo Inventário, um aumento do consumo energético de cerca de 120 para 228 mil tep². Em 2010, tal qual em 1990, o óleo diesel mantém destaque tendo contribuído com 18,2% do consumo energético total no país. A Tabela II apresenta valores quinquenais de consumo, em mil tep, por energético, a partir de 1990. Ressalta-se que apenas os valores referentes ao consumo energético como combustível tem suas emissões estimadas neste relatório, juntamente com os valores referentes a *bunker*. Os demais valores (consumo como redutor, matéria prima e produtos de uso não energético) estão computados no capítulo referente a Processos Industriais e Uso de Produtos.

¹Versão disponibilizada em 07/03/2014 em http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html. Esta versão apresenta valores de 1970 a 2012, inclusive.

² Tonelada equivalente de petróleo.

Tabela III - Consumo final energético, por energético e por uso

| Energético | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | Part. em 1990 | Part. em 2010 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| | mil tep | | | | | % | % |
| Como combustível | | | | | | | |
| Óleo Diesel | 20.851 | 25.468 | 30.903 | 34.277 | 41.481 | 16,9% | 18,2% |
| Gás Natural Seco | 1.536 | 3.028 | 5.992 | 14.670 | 19.048 | 1,2% | 8,3% |
| Gasolina Automotiva | 7.279 | 10.823 | 13.205 | 13.595 | 17.525 | 5,9% | 7,7% |
| GLP | 5.476 | 6.426 | 7.836 | 7.121 | 7.701 | 4,4% | 3,4% |
| Óleo Combustível | 10.128 | 11.823 | 11.573 | 7.270 | 6.068 | 8,2% | 2,7% |
| Coque de Petróleo | 41 | 155 | 2.564 | 2.761 | 4.514 | 0,0% | 2,0% |
| Gás Refinaria | 1.572 | 1.979 | 2.841 | 3.749 | 3.979 | 1,3% | 1,7% |
| Gás Natural Úmido | 740 | 249 | 1.292 | 2.016 | 3.382 | 0,6% | 1,5% |
| Querosene de Aviação | 1.366 | 1.534 | 2.016 | 2.069 | 3.205 | 1,1% | 1,4% |
| Outros Energéticos de Petróleo | 957 | 1.440 | 2.179 | 2.133 | 2.219 | 0,8% | 1,0% |
| Carvões sub-Betuminosos | 1.166 | 1.058 | 1.706 | 1.323 | 1.852 | 0,9% | 0,8% |
| Gás de Coqueria | 1.324 | 1.489 | 1.415 | 1.467 | 1.738 | 1,1% | 0,8% |
| Lignito | 696 | 831 | 884 | 792 | 455 | 0,6% | 0,2% |
| Carvões Coqueificáveis | 92 | 394 | 720 | 803 | 439 | 0,1% | 0,2% |
| Outras Primárias não Renováveis | 25 | 22 | 65 | 141 | 119 | 0,0% | 0,1% |
| Alcatrão | 143 | 210 | 100 | 50 | 106 | 0,1% | 0,0% |
| Coque de Carvão Mineral | 99 | - | 1 | 122 | 104 | 0,1% | 0,0% |
| Gasolina de Aviação | 48 | 48 | 58 | 42 | 53 | 0,0% | 0,0% |
| Outros Carvões Betuminosos | - | - | - | - | 12 | 0,0% | 0,0% |
| Querosene Iluminante | 188 | 101 | 56 | 25 | 7 | 0,2% | 0,0% |
| Nafta | 0 | 30 | 4 | 0 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| Gás Rio (gás canalizado) | 148 | 103 | 86 | - | - | 0,1% | 0,0% |
| Gás SP (gás canalizado) | 132 | 17 | - | - | - | 0,1% | 0,0% |
| Sub-total fósseis | 54.008 | 67.228 | 85.495 | 94.428 | 114.006 | 43,8% | 49,9% |
| Bagaço | 11.666 | 14.875 | 14.122 | 22.675 | 34.146 | 9,5% | 14,9% |
| Lenha | 28.548 | 23.271 | 23.067 | 28.420 | 25.997 | 23,1% | 11,4% |
| Álcool Hidratado | 5.208 | 5.072 | 2.776 | 2.885 | 8.251 | 4,2% | 3,6% |
| Lixívia | 1.315 | 2.112 | 2.895 | 4.252 | 6.052 | 1,1% | 2,6% |
| Álcool Anidro | 650 | 1.801 | 3.046 | 4.079 | 3.790 | 0,5% | 1,7% |
| Biodiesel | - | - | - | - | 2.033 | 0,0% | 0,9% |
| Biomassas (outras primárias renováveis) | 382 | 470 | 570 | 849 | 1.165 | 0,3% | 0,5% |
| Carvão Vegetal | 1.156 | 826 | 718 | 866 | 723 | 0,9% | 0,3% |
| Biogás (outras primárias renováveis) | - | - | - | - | 5 | 0,0% | 0,0% |
| Sub-total biomassas | 48.926 | 48.427 | 47.195 | 64.025 | 82.162 | 39,7% | 36,0% |
| Como redutor na indústria | | | | | | | |

| Energético | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | Part. em 1990 | Part. em 2010 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | mil tep | | | | | % | % |
| Coque de Carvão Mineral | 5.036 | 6.811 | 6.508 | 6.298 | 7.413 | 4,1% | 3,2% |
| Carvão Vegetal | 4.983 | 4.091 | 4.098 | 5.382 | 3.950 | 4,0% | 1,7% |
| Carvões Coqueificáveis | - | 297 | 1.843 | 2.490 | 2.385 | 0,0% | 1,0% |
| Coque de Petróleo | 350 | 491 | 755 | 1.059 | 819 | 0,3% | 0,4% |
| Outros Carvões Betuminosos* | - | - | - | - | - | 0,0% | 0,0% |
| Como matéria prima na indústria | | | | | | | |
| Nafta | 4.969 | 5.957 | 8.094 | 7.277 | 7.601 | 4,0% | 3,3% |
| Gás Natural (úmido e seco) | 896 | 841 | 731 | 747 | 1.453 | 0,7% | 0,6% |
| Álcool Hidratado | 459 | 548 | 515 | 284 | 438 | 0,4% | 0,2% |
| Álcool Anidro | 32 | 64 | 122 | 74 | 149 | 0,0% | 0,1% |
| Alcatrão | 109 | 67 | 142 | 160 | 143 | 0,1% | 0,1% |
| Gás de Refinaria | 246 | 291 | 172 | 156 | 98 | 0,2% | 0,0% |
| Querosene | 81 | 34 | 51 | 19 | 11 | 0,1% | 0,0% |
| Como produtos de uso não energético | | | | | | | |
| Outras não Energéticas de Petróleo | 1.080 | 856 | 1.480 | 1.179 | 3.435 | 0,9% | 1,5% |
| Asfalto | 1.283 | 1.244 | 1.742 | 1.461 | 2.793 | 1,0% | 1,2% |
| Lubrificantes | 698 | 674 | 821 | 856 | 1.106 | 0,6% | 0,5% |
| Solventes | 219 | 276 | 424 | 1.005 | 462 | 0,2% | 0,2% |
| Totais | | | | | | | |
| Subtotal de uso como combustível | 102.934 | 115.655 | 132.689 | 158.452 | 196.168 | 83,4% | 85,9% |
| Subtotal de uso como redutor | 10.369 | 11.690 | 13.203 | 15.229 | 14.567 | 8,4% | 6,4% |
| Subtotal de uso como matéria prima | 6.793 | 7.802 | 9.828 | 8.718 | 9.893 | 5,5% | 4,3% |
| Subtotal de produtos de uso não energético | 3.279 | 3.051 | 4.467 | 4.500 | 7.797 | 2,7% | 3,4% |
| Total do consumo final energético | 123.375 | 138.199 | 160.188 | 186.899 | 228.424 | 100,0% | 100,0% |
| Em bunker | | | | | | | |
| Óleo Combustível | 396 | 1.106 | 2.182 | 2.537 | 3.228 | 20% | 55% |
| Querosene de Aviação + Gasolina de Aviação | 1.458 | 1.510 | 1.545 | 1.573 | 1.932 | 73% | 33% |
| Óleo Diesel | 141 | 181 | 626 | 593 | 743 | 7% | 13% |
| Total de uso em Bunker | 1.995 | 2.798 | 4.353 | 4.702 | 5.903 | 100% | 100% |

* Apresenta valores em 1994.

Setorialmente, observa-se um maior consumo de energéticos por parte dos subsectores industrial e de transportes. O Subsetor Industrial aumenta sua participação no consumo energético total de

35,5% para 37,5% entre 1990 e 2010. Entretanto, quando considerado apenas o uso como combustível, a participação passa de 19,0% para 23,4%, abaixo do Subsetor de Transportes, que passa de 25,9% para 30,4%, como pode ser observado na Tabela II.

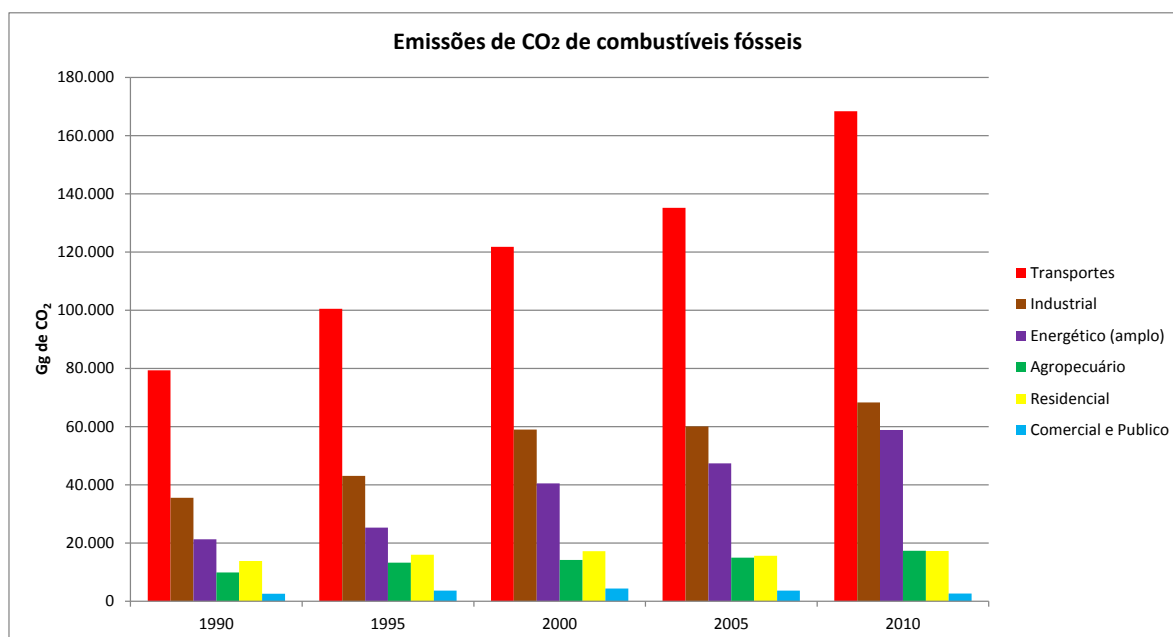
Tabela II - Consumo final energético, por subsetor e por uso

| Subsetor e Uso | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | Part. em 1990 | Part. em 2010 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | mil tep | | | | | % | % |
| Energético (uso como combustível) | 27.379 | 26.855 | 30.092 | 40.322 | 49.370 | 22,2% | 21,6% |
| Consumo do Setor Energético | 11.421 | 12.096 | 11.948 | 16.479 | 21.956 | 9,3% | 9,6% |
| Centrais Termelétricas | 3.173 | 4.663 | 8.857 | 11.670 | 18.777 | 2,6% | 8,2% |
| Carvoarias | 12.785 | 10.096 | 9.288 | 12.173 | 8.637 | 10,4% | 3,8% |
| Industrial | 43.847 | 51.301 | 62.749 | 71.537 | 85.600 | 35,5% | 37,5% |
| Uso como combustível | 23.406 | 28.757 | 35.251 | 43.090 | 53.344 | 19,0% | 23,4% |
| Uso como redutor e como matéria prima | 17.161 | 19.492 | 23.032 | 23.947 | 24.459 | 13,9% | 10,7% |
| Produtos de Uso não Energético | 3.279 | 3.051 | 4.467 | 4.500 | 7.797 | 2,7% | 3,4% |
| Transportes (uso como combustível) | 31.924 | 39.991 | 46.033 | 51.872 | 69.521 | 25,9% | 30,4% |
| Residencial (uso como combustível) | 13.821 | 12.575 | 13.497 | 14.672 | 14.342 | 11,2% | 6,3% |
| Comercial e Público (uso como combustível) | 1.050 | 1.327 | 1.615 | 1.488 | 1.191 | 0,9% | 0,5% |
| Agropecuário (uso como combustível) | 5.354 | 6.150 | 6.202 | 7.009 | 8.400 | 4,3% | 3,7% |
| Consumo final energético | 123.375 | 138.199 | 160.188 | 186.899 | 228.424 | 100,0% | 100,0% |
| Bunker | 1.995 | 2.798 | 4.353 | 4.702 | 5.903 | | |

Considerando-se apenas os valores referentes ao uso de energéticos como combustível, no período de 1990 a 2010, registra-se um aumento das emissões de dióxido de carbono (CO₂) de 104,9%, passando de 162.431 para 332.759 GgCO₂. A Tabela III apresenta as emissões de CO₂ de combustíveis fósseis para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010, por energético, e a Figura I mostra as emissões, por subsetor, para o período completo do Inventário.

Tabela III - Emissões de CO₂ do uso como combustível do consumo final energético de fontes fósseis, por energético

| Energético | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | Part. em 1990 | Part. em 2010 |
|--|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | % | % |
| Óleo Diesel | 64.690 | 79.012 | 95.873 | 106.342 | 128.691 | 39,8% | 38,7% |
| Gasolina Automotiva | 21.119 | 31.403 | 38.313 | 39.446 | 50.848 | 13,0% | 15,3% |
| Gás Natural Seco | 3.607 | 7.112 | 14.074 | 34.456 | 44.740 | 2,2% | 13,4% |
| GLP | 14.466 | 16.978 | 20.702 | 18.814 | 20.345 | 8,9% | 6,1% |
| Óleo Combustível | 32.821 | 38.312 | 37.504 | 23.560 | 19.663 | 20,2% | 5,9% |
| Coque de Petróleo | 167 | 634 | 10.467 | 11.271 | 18.426 | 0,1% | 5,5% |
| Querosene de Aviação | 4.090 | 4.591 | 6.036 | 6.193 | 9.596 | 2,5% | 2,9% |
| Gás de Refinaria | 3.791 | 4.772 | 6.852 | 9.042 | 9.596 | 2,3% | 2,9% |
| Gás Natural Úmido | 1.738 | 585 | 3.034 | 4.735 | 7.944 | 1,1% | 2,4% |
| Carvões sub-Betuminosos | 4.693 | 4.257 | 6.865 | 5.324 | 7.450 | 2,9% | 2,2% |
| Outras Energéticas de Petróleo | 2.938 | 4.420 | 6.686 | 6.546 | 6.809 | 1,8% | 2,0% |
| Gás de Coqueria | 2.462 | 2.767 | 2.630 | 2.728 | 3.230 | 1,5% | 1,0% |
| Lignito | 2.945 | 3.516 | 3.737 | 3.350 | 1.924 | 1,8% | 0,6% |
| Carvões Coqueificáveis | 363 | 1.560 | 2.851 | 3.181 | 1.738 | 0,2% | 0,5% |
| Outras Primárias não Renováveis | 151 | 133 | 392 | 845 | 711 | 0,1% | 0,2% |
| Coque de Carvão Mineral | 442 | - | 3 | 547 | 464 | 0,3% | 0,1% |
| Alcatrão | 482 | 711 | 338 | 168 | 359 | 0,3% | 0,1% |
| Gasolina de Aviação | 142 | 141 | 170 | 123 | 155 | 0,1% | 0,0% |
| Outros Carvões Betuminosos | - | - | - | - | 48 | 0,0% | 0,0% |
| Querosene Iluminante | 567 | 304 | 168 | 74 | 21 | 0,3% | 0,0% |
| Gás Rio (gás canalizado) | 400 | 266 | 201 | - | - | 0,2% | 0,0% |
| Gás SP (gás canalizado) | 356 | 43 | - | - | - | 0,2% | 0,0% |
| Nafta | - | 92 | 12 | - | - | 0,0% | 0,0% |
| Emissões do Consumo final energético - Uso como combustível | 162.431 | 201.610 | 256.908 | 276.746 | 332.759 | 100,0% | 100,0% |
| Óleo Combustível | 1.283 | 3.585 | 7.071 | 8.220 | 10.462 | 21,1% | 56,4% |
| Querosene de Aviação + Gasolina de Avião | 4.366 | 4.520 | 4.626 | 4.707 | 5.784 | 71,7% | 31,2% |
| Óleo Diesel | 437 | 562 | 1.942 | 1.839 | 2.304 | 7,2% | 12,4% |
| Emissões de Bunker | 6.086 | 8.668 | 13.639 | 14.766 | 18.550 | 100,0% | 100,0% |

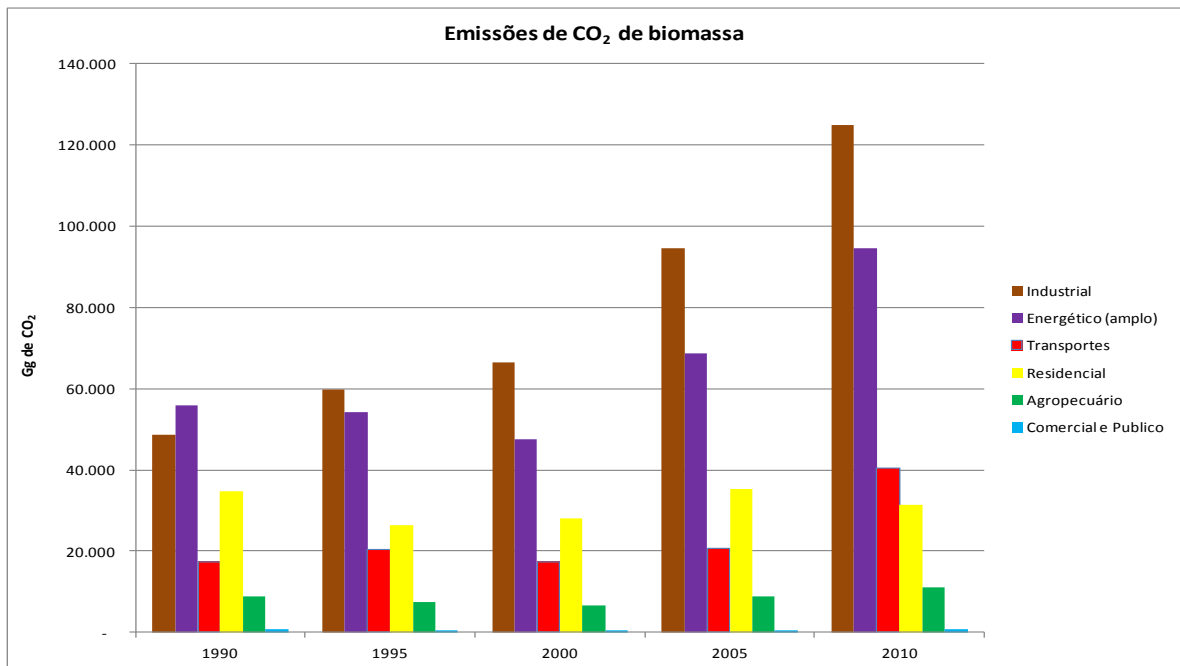
Figura IV - Emissões de CO₂ de combustíveis fósseis, de consumo final energético, por subsetor

De acordo com a metodologia *Bottom-up*, as emissões de CO₂ provenientes ao uso de biomassas como energético são informadas, porém não contabilizadas no total de emissões do Setor Energético. A tabela III apresenta os valores de biomassas de uso como combustível e a figura II, as emissões, por subsetor, para o período completo do Inventário.

Tabela IIIA - Emissões de CO₂ do uso como combustível do consumo final energético de biomassas, por energético

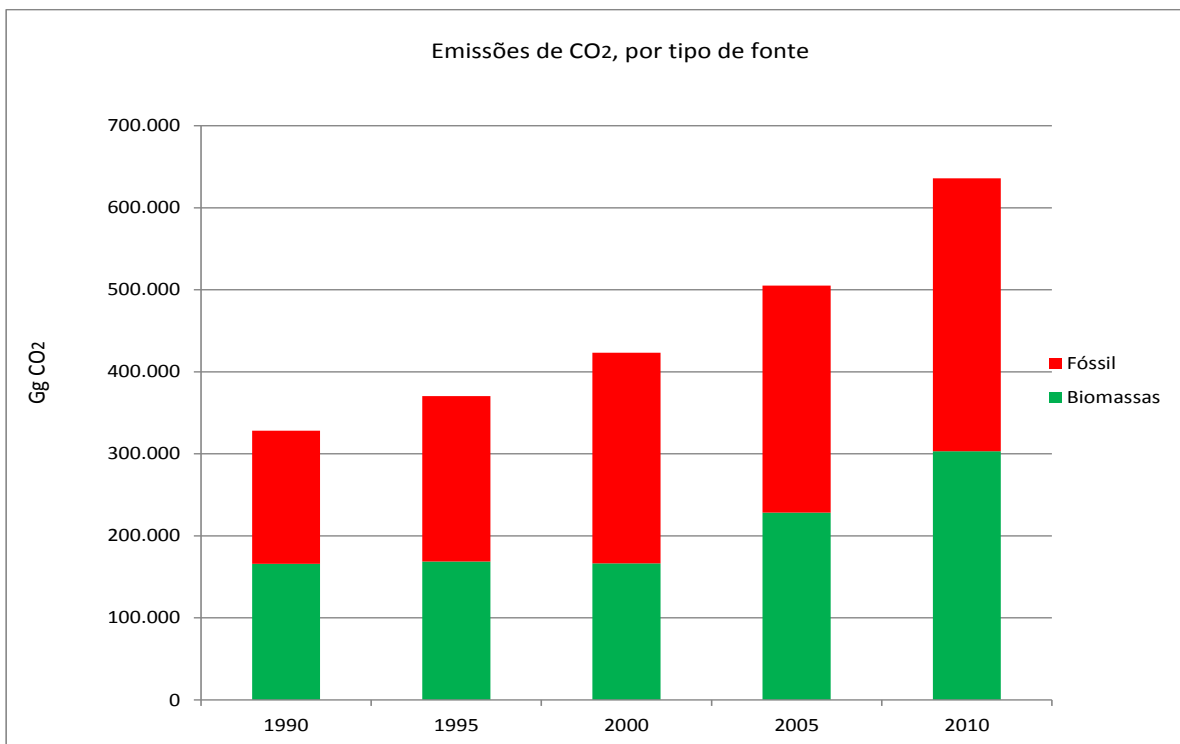
| Energético | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | Part. em 1990 | Part. em 2010 |
|--|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | % | % |
| Bagaço | 48.842 | 62.280 | 59.126 | 94.936 | 142.964 | 29,5% | 47,2% |
| Lenha | 87.580 | 72.062 | 72.910 | 88.327 | 85.939 | 52,8% | 28,3% |
| Álcool Hidratado | 15.438 | 15.036 | 8.229 | 8.551 | 24.458 | 9,3% | 8,1% |
| Lixívia | 5.249 | 8.426 | 11.552 | 16.965 | 24.148 | 3,2% | 8,0% |
| Álcool Anidro | 1.928 | 5.338 | 9.031 | 12.090 | 11.234 | 1,2% | 3,7% |
| Biodiesel | - | - | - | - | 6.306 | 0,0% | 2,1% |
| Biomassas (outras primárias renováveis) | 1.599 | 1.967 | 2.385 | 3.555 | 4.880 | 1,0% | 1,6% |
| Carvão Vegetal | 5.157 | 3.682 | 3.204 | 3.862 | 3.223 | 3,1% | 1,1% |
| Biogás (outras primárias renováveis) | - | - | - | - | 19 | 0,0% | 0,0% |
| Emissões do Consumo final energético - Uso como combustível | 165.792 | 168.791 | 166.435 | 228.285 | 303.170 | 100,0% | 100,0% |

Figura II - Emissões de CO₂ de biomassas, de consumo final energético, por subsetor



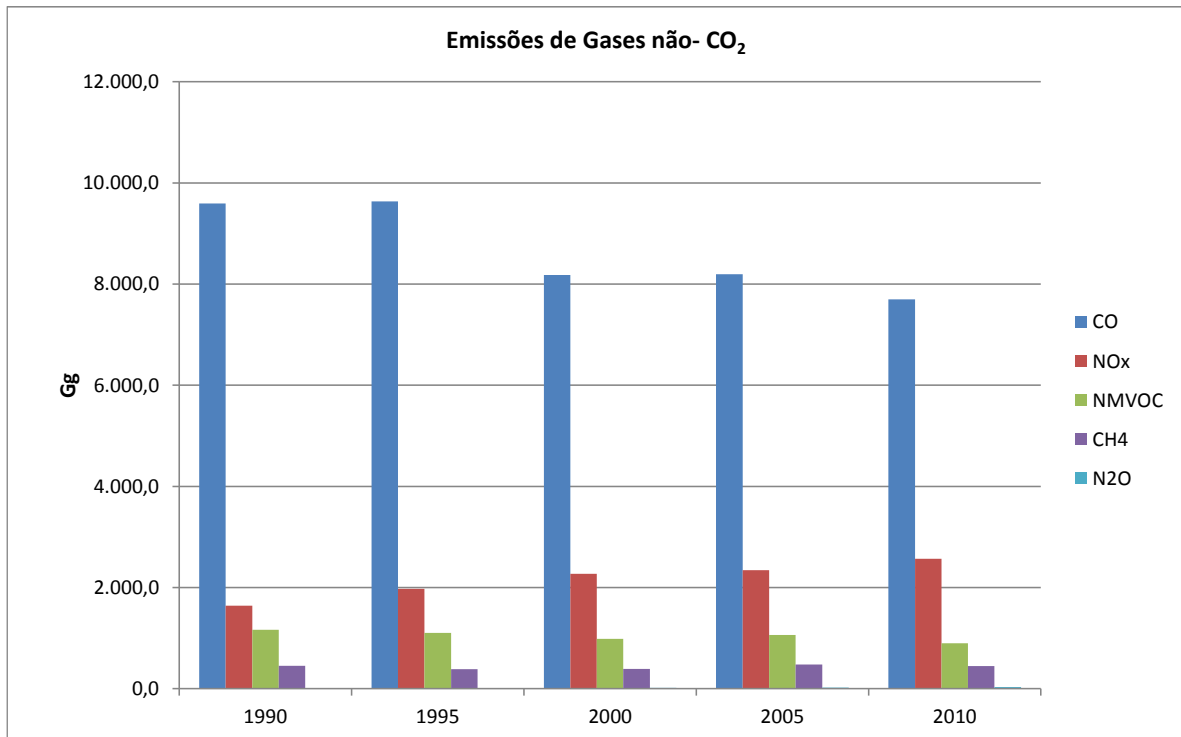
A comparação entre emissões de CO₂ do uso energético de combustíveis fósseis e de biomassas pode ser observada na Figura III, onde se vê a manutenção dos altos níveis de participação das biomassas no cômputo total.

Figura III - Emissões de CO₂, por origem fóssil e de biomassa



O comportamento das emissões dos chamados gases “não-CO₂”, a saber: metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NOx) e os compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOCs), é apresentado na Figura IV para o período de 1990 a 2010.

Figura IV - Emissões de gases não-CO₂ devido ao uso de energéticos como combustíveis



1. Introdução

A abordagem setorial, ou *Bottom-up*, permite detectar onde e como ocorrem as emissões, favorecendo o estabelecimento de medidas de mitigação comparativamente à abordagem *Top-down*³. Ela acrescenta uma visão setorial e possibilita o conhecimento das emissões de vários gases, cujo comportamento também é importante.

O cálculo das emissões *Bottom-up* considera as várias destinações e, além do CO₂, são estimadas as emissões dos chamados gases não-CO₂, a saber: monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxido de nitrogênio (NO_x) e os compostos voláteis orgânicos não metânicos (NMVOC) -do inglês *Non-Methane Volatile Organic Compounds*.

Os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) são os valores utilizados para todos os cálculos. No que se refere aos fatores de emissão de gases não-CO₂, buscou-se identificar aqueles mais apropriados a cada tipo de equipamento e combustível, combinando fatores específicos e fatores *default*, considerando características semelhantes dos combustíveis e equipamentos.

³ A abordagem *Top-down* apresentação um quadro geral das emissões de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis. Os energéticos são separados por estado físico do produto primário, correspondendo fundamentalmente a Petróleo, seus derivados e Líquidos de Gás Natural (líquidos), Carvão Mineral (sólidos) e Gás Natural (gasosos). A metodologia não distingue o uso da energia entre as diferentes categorias de fontes.

2. Metodologia

A metodologia *Bottom-up* e sua aplicação na presente estimativa de emissões de CO₂ e, também, dos gases não-CO₂ são discutidas em detalhe no Anexo Metodológico publicado em conjunto com o presente relatório.

Na abordagem adotada (*Tier 2*) procurou-se estabelecer coeficientes adequados para o País. Deve-se lembrar de que as peculiaridades de cada país, no que se refere às emissões, estão ligadas à diferença dos combustíveis utilizados e/ou às características dos equipamentos de uso e transformação. Na queima de combustíveis, os fatores de emissão para os gases não-CO₂ dependem da tecnologia utilizada.

Foi feita uma revisão da literatura, de modo a se utilizarem os fatores de emissão mais adequados à realidade brasileira.

3. Dados

Para os dados de consumo e transformação de combustíveis, utilizou-se o Balanço Energético Nacional - BEN (MME 2005). Os dados são inicialmente expressos em unidades originais e depois convertidos para tonelada equivalente de petróleo (tep), tendo por base o poder calorífico inferior de cada combustível. É utilizado o valor arbitrado para a tep, igual a 10 000 Mcal, em consonância com as práticas do BEN e de balanços de outros organismos internacionais, especialmente a Agência Internacional de Energia (IEA).

A desagregação do consumo de combustíveis entre as destinações foi feita mediante a utilização das três edições do Balanço de Energia Útil - BEU (MME, 2005) disponíveis no Brasil (1983, 1993 e 2003). O BEU fornece a destinação dos diversos energéticos pelos usos: Força Motriz, Calor de Processo, Aquecimento Direto, Refrigeração, Iluminação, Eletroquímica e Outros.

A interpolação dos dados para os anos intermediários foi feita através de um programa de cálculo, por ocasião da realização do Segundo Inventário e se manteve inalterada para o Terceiro Inventário. Para os anos fora dos intervalos, ou seja, de 1990 a 1993, a interpolação usou os coeficientes dos BEUs de 1984 e 1994; para os anos seguintes a interpolação foi feita entre os anos de 1993 e 2003. Para os anos posteriores a 2003 tomou-se o valor deste último.

As principais fontes de dados para os fatores de emissão adotados são o *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006) e o *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013* (EMEP/EEA, 2013). Em alguns casos foram desenvolvidos e adotados fatores de emissão específicos para avaliar as emissões dos diferentes gases. A discussão detalhada desses casos se encontra no Anexo Metodológico.

A Tabela 1 apresenta um quadro geral do consumo de combustíveis (em mil tep).

Tabela 1 - Consumo final energético, como combustível, por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | (mil tep) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético | 11.421 | 11.857 | 11.657 | 11.773 | 12.631 | 12.096 | 13.045 | 14.612 | 13.530 | 12.551 | 11.948 | 12.618 | 13.394 | 14.799 | 15.307 | 16.479 | 17.570 | 19.563 | 22.964 | 22.355 | 21.956 |
| Centrais Termelétricas | 3.173 | 3.530 | 4.155 | 3.928 | 4.074 | 4.663 | 5.377 | 5.997 | 6.390 | 8.865 | 8.857 | 10.508 | 9.424 | 9.260 | 11.299 | 11.670 | 11.712 | 11.656 | 15.748 | 12.040 | 18.777 |
| Carvoarias | 12.785 | 11.212 | 10.294 | 10.835 | 10.969 | 10.096 | 8.950 | 8.608 | 7.839 | 8.494 | 9.288 | 8.629 | 9.038 | 10.626 | 12.308 | 12.173 | 11.875 | 12.137 | 12.056 | 7.805 | 8.637 |
| Industrial | 23.406 | 23.659 | 24.775 | 25.470 | 27.541 | 28.757 | 30.756 | 32.458 | 34.110 | 35.904 | 35.251 | 36.829 | 38.624 | 39.762 | 41.501 | 43.090 | 46.111 | 49.416 | 49.484 | 48.895 | 53.344 |
| Transportes | 31.924 | 33.531 | 33.482 | 35.056 | 36.686 | 39.991 | 42.761 | 44.757 | 46.921 | 46.507 | 46.033 | 46.639 | 48.177 | 47.797 | 51.057 | 51.872 | 52.903 | 57.225 | 61.896 | 62.458 | 69.521 |
| Residencial | 13.821 | 13.906 | 14.064 | 13.239 | 13.021 | 12.575 | 12.668 | 12.755 | 12.953 | 13.283 | 13.497 | 13.815 | 14.435 | 14.353 | 14.600 | 14.672 | 14.710 | 14.456 | 14.518 | 14.474 | 14.342 |
| Comercial e Público | 1.050 | 999 | 1.009 | 959 | 1.291 | 1.327 | 1.170 | 1.266 | 1.380 | 1.623 | 1.615 | 1.696 | 1.807 | 1.495 | 1.566 | 1.488 | 1.492 | 1.558 | 1.410 | 1.278 | 1.191 |
| Agropecuário | 5.354 | 5.431 | 5.336 | 5.645 | 5.826 | 6.150 | 6.324 | 6.478 | 6.238 | 6.400 | 6.202 | 6.662 | 6.700 | 6.923 | 6.995 | 7.009 | 7.138 | 7.554 | 8.322 | 8.026 | 8.400 |
| Total | 102.934 | 104.125 | 104.772 | 106.905 | 112.038 | 115.655 | 121.051 | 126.930 | 129.361 | 133.626 | 132.689 | 137.395 | 141.598 | 145.015 | 154.631 | 158.452 | 163.511 | 173.565 | 186.399 | 177.331 | 196.168 |

Observa-se um aumento do consumo energético como combustível de 90,6% no período de 1990 a 2010. O crescimento do consumo das Centrais Termelétricas é o que mais se destaca, alcançando 491,8% entre 1990 e 2010. Ainda assim, sua participação no consumo total, em 2010, é de apenas 8,2%. O Subsetor de Transporte apresenta a maior participação com 30,4% do total, seguido do Subsetor Industrial com 23,4%. Os dados de consumo são apresentados para cada subsetor, na próxima seção.

3.1 Consumo de Energia, como combustível, por subsetor

Para se estimarem os valores do consumo energético final como combustível, parte-se dos dados de transformação e consumo do BEN, descontados os valores indicados pelo BEU como aquecimento direto no Subsetor Industrial, especificamente nos segmentos de ferro-gusa e aço, ferroligas e minerais não ferrosos, dos seguintes energéticos: coque de carvão mineral, coque de petróleo, carvões coqueificáveis, outros carvões betuminosos e carvão vegetal. Este procedimento foi adotado como uma *proxi* para estimar os energéticos utilizados como redutores no processo metalúrgico.

Do BEN, também foram descontados os valores referentes ao Consumo Final não Energético, cujos energéticos são considerados matéria prima da indústria química (nafta, gás de refinaria, gás natural seco e úmido, querosene iluminante e álcool anidro e hidratado) ou produtos de uso não energético (lubrificantes, asfalto, outros não energéticos de petróleo e solventes).

Assim, as emissões referentes aos outros usos dos energéticos que não como combustível estão contabilizadas em outro relatório, especificamente o de Emissões de Processos Industriais e Uso de Produtos. Os valores descontados são apresentados no Anexo I do presente relatório.

Cabe mencionar, ainda, que se adotou a seguinte agregação para os vários carvões do BEN⁴:

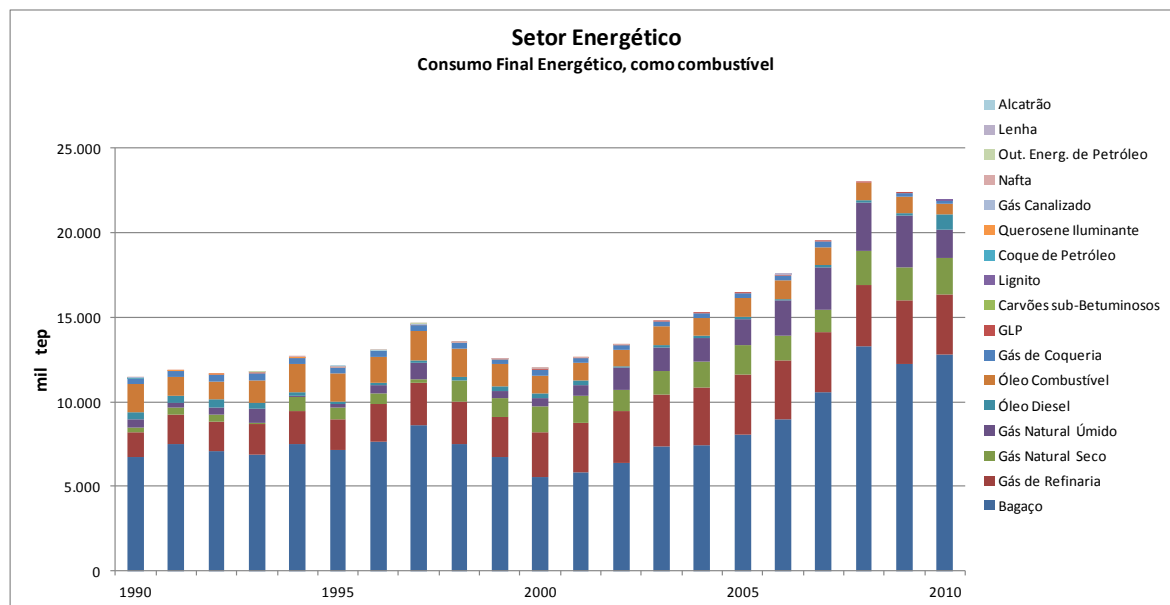
- Carvões coqueificáveis: carvão metalúrgico importado e doméstico e carvão vapor 6.000 kcal/kg;
- Carvão betuminoso: carvão vapor 5900 kcal/kg;
- Carvão sub-betuminoso: carvão vapor 4200, 4500, 4700 e 5200 kcal/kg; e
- Lignito: carvão vapor sem especificação, 3100, 3300 e 3700 kcal/kg

⁴ Para ver a correspondência entre os energéticos do BEN e os do IPCC (2006), consultar o Anexo Metodológico deste relatório.

3.1.1 Consumo final energético do Subsetor Energético

O consumo final do Subsetor Energético se concentra no bagaço, gás natural (seco e úmido) e gás de refinaria. A participação de óleo diesel, óleo combustível e de gás de coqueria é menos expressiva e dos demais energéticos pode ser considerada desprezível. A Figura 1 apresenta o consumo do Subsetor Energético de cada energético no período de 1990 a 2010.

Figura 1 - Consumo final energético do Subsetor Energético, por energético



Em 2010 o consumo de bagaço, gás natural (seco e úmido), gás de refinaria, óleo diesel, óleo combustível e gás de refinaria representou 99,1% do consumo total do subsetor.

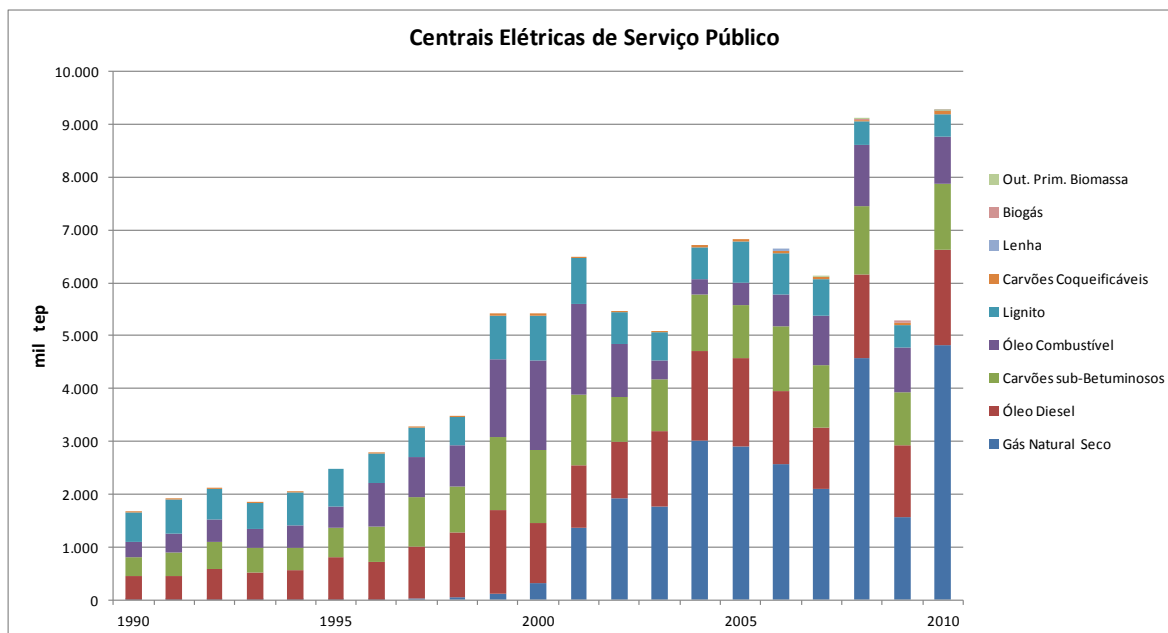
3.1.2 Centros de Transformação

Os Centros de Transformação incluem as refinarias de petróleo, plantas de gás natural, usinas de gaseificação, coquearias, ciclo do combustível nuclear, centrais termelétricas de serviço público, centrais elétricas autoprodutoras, carvoarias e destilarias. À exceção das centrais termelétricas de serviço público, centrais elétricas autoprodutoras, e das carvoarias, nos demais centros de transformação as emissões de gases de efeito estufa (GEE) são tidas como emissões fugitivas do processo de conversão de energia. Nas centrais termelétricas de serviço público, centrais elétricas autoprodutoras e carvoarias, contudo, verifica-se o consumo efetivo de energéticos, gerando emissões de GEE no processo de transformação da energia.

No que se refere às Centrais Termelétricas de Serviço Público, verifica-se um aumento do consumo de energéticos de 455,5% entre 1990 e 2010, sendo o gás natural seco o combustível mais consumido pelo subsetor em 2010 (com 52,0% de participação no total), seguido pelo óleo

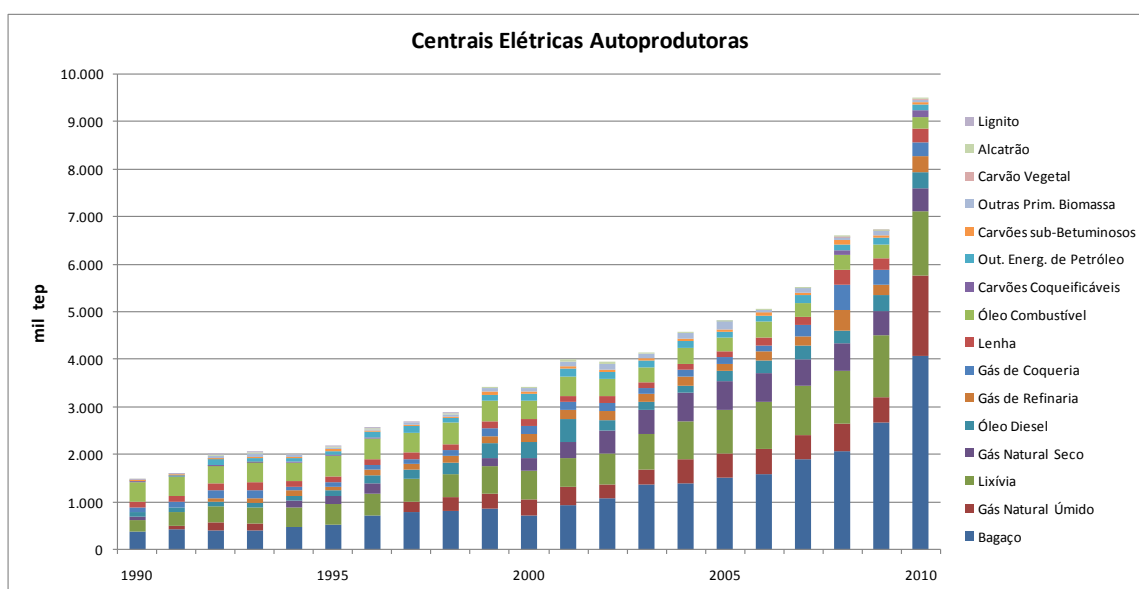
diesel (19,6% de participação). A Figura 2 apresenta a evolução do consumo final energético do subsetor no período do Inventário.

Figura 2 - Consumo energético na transformação, em Centrais Elétricas de Serviço Público, por energético



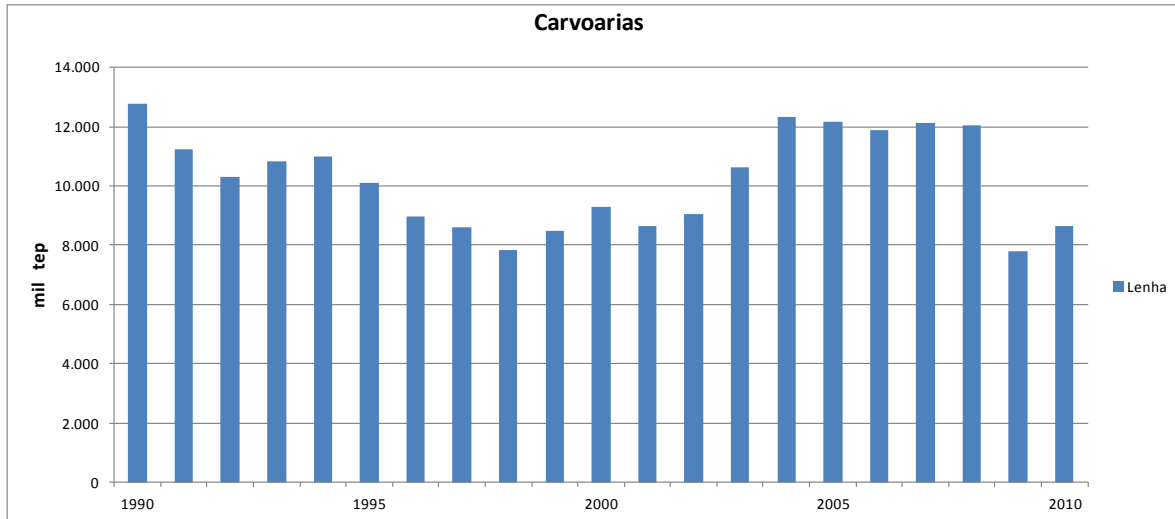
Em se tratando de Centrais Elétricas Autoprodutoras, constata-se um aumento do consumo de energéticos de 532,0% entre 1990 e 2010, sendo o bagaço o energético mais consumido pelo subsetor em 2010 (com 42,90% de participação no total), seguido do gás natural (17,9% de participação) e da lixívia (14,1%). A Figura 3 apresenta a evolução do consumo final energético do subsetor no período do Inventário.

Figura 3 - Consumo energético na transformação, em Centrais Elétricas Autoprodutoras, por energético



Nas carvoarias, há apenas o consumo de lenha para carvoejamento. Parte do material pirolenhoso da lenha que alimenta os fornos de carvoejamento é transformada em carvão vegetal e outra parte é consumida, gerando energia e resíduos. No período de 1990 a 2010, observa-se uma redução do consumo 32,4%, como pode ser visto na Figura 4.

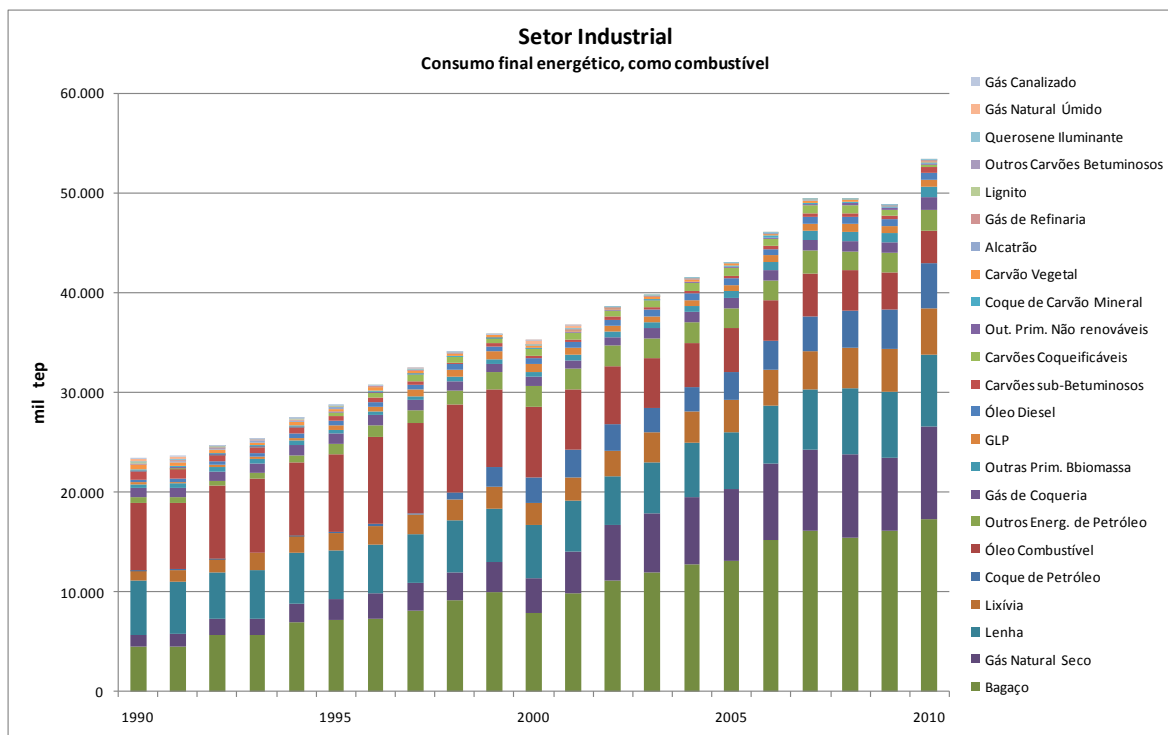
Figura 4 - Consumo energético na transformação, em Carvoarias, por energético



3.1.3 Consumo final energético do Subsetor Industrial

O subsetor industrial é composto pelos segmentos de cimento, ferro-gusa e aço, ferro-ligas, mineração e pelletização, metais não-ferrosos, química, alimentos e bebidas, têxtil, papel e celulose, cerâmica e outros segmentos da indústria. Observa-se um aumento de 127,9% do consumo de energéticos no subsetor, no período compreendido entre 1990 e 2010. Os energéticos de maior participação são o bagaço, o gás natural seco, a lenha, a lixívia, o coque de petróleo e o óleo combustível que juntos representam 86,6% do total. Os outros energéticos de petróleo e o gás de coqueria também são consumidos, bem como resíduos vegetais (outras primárias de biomassa), GLP, óleo diesel e carvões como pode ser visto na Figura 5. Ressalta-se o consumo expressivo de energéticos de biomassas que alcançam 57% do consumo total do subsetor.

Figura 5 - Consumo final energético do Subsetor Industrial, por energético



O maior aumento no consumo de energéticos como combustíveis registrado entre 1990 e 2010 ocorreu no segmento de Ferroligas (421,6%), seguido de Não-Ferrosos (308,0%), Cerâmica (190,8%), Mineração e Pelotização (187,5%), Papel e Celulose (185,9%), Alimentos e Bebidas (180,9%), Cimento (84,9%) e, por fim, Ferro-gusa e Aço (37,4%). O único segmento onde houve decréscimo no consumo energético foi o de Têxteis (- 25,4%).

Algumas alterações se verificam no perfil do consumo dos segmentos industriais ao longo do período. No caso de Cimento, houve redução do consumo de óleo combustível (de uma participação de 48,4%, em 1990, para 0,2%, em 2010) e de carvão (de 26,3%, para 0,5%) e aumento de coque de petróleo (de 0,2% para 85,4%) sendo, portanto, o combustível com maior participação total, em 2010. Registre-se o crescimento de 371,4% do uso de resíduos industriais, mas ainda com pequena participação no total (3,2%, em 2010).

No caso de Ferro-gusa e Aço, não se observa uma grande modificação no perfil de consumo de energéticos entre 1990 e 2010, com o gás de coqueria sendo o mais importante (48,9%, em 1990, e 50,0%, em 2010). Merece destaque o crescimento do consumo de gás natural (de 18,3% para 35,9%).

No segmento de Ferroligas, observa-se a redução do consumo de gás natural seco (de 14,8% para 1,6%) e o aumento da participação da lenha (de 0,0% para 74,2%) e do óleo combustível (de 0,0% para 23,4%). É interessante notar que, em 1990, este segmento fazia uso de gás de cidade (85,2%), energético que não mais se utiliza no país.

No caso de Mineração e Pelotização, o óleo combustível teve forte redução (de 60,8%, em 1990, para 16,8%, em 2010). O gás natural seco e o coque de petróleo sofreram grande aumento (passando de 4,0% para 28,4% e de 0,0% para 23,0%, respectivamente).

Em Metais Não-Ferrosos, apesar de ter havido um decréscimo (de 82,8% para 57,7%), o consumo de óleo combustível ainda é o mais expressivo. Registra-se aumento da participação de gás natural seco (de 5,8% para 38,1%).

No segmento da Indústria Química, no período, houve forte redução da participação do óleo combustível (de 51,1% para 4,5%) e aumento de gás natural seco (de 8,0% para 44,4%) e de outros energéticos de petróleo (de 20,7% para 40,4%).

No segmento de Alimentos e Bebidas se sobressai o consumo de bagaço em todo o período, tendo sua participação aumentada (de 60,0% para 82,4%). Em seguida tem-se a lenha para queima direta que apesar de ter crescido 15,4% no período, sofreu redução em sua participação relativamente aos demais energéticos (de 26,4% para 10,8%).

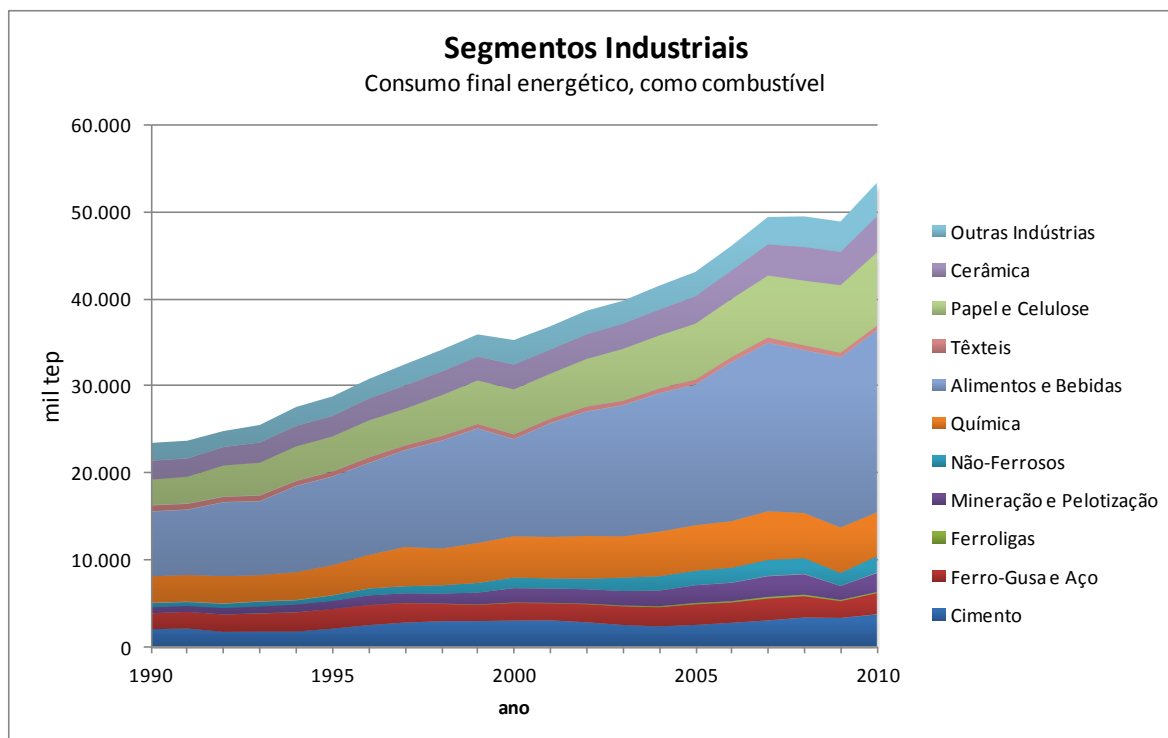
Como já mencionado, o consumo energético do segmento da Indústria Têxtil decresceu 25,4% entre 1990 e 2010. O óleo combustível sofreu a maior redução em sua participação (passando de 65,9% para 12,9%), enquanto o gás natural tornou-se predominante (aumentou de 7,8% para 66,0%).

No segmento de Papel e Celulose, os combustíveis cujos consumos se sobressaem são a lixívia (que passou de 37,0%, em 2005, para 55,9%, em 2010), a lenha para queima direta apesar da redução na participação (25,5%, em 1990, e 18,0%, em 2010) e resíduos vegetais que se manteve estável (10,5%, em 1990, e 10,3%, em 2010).

Na Indústria de Cerâmica, apesar da redução de participação (de 72,0% para 55,0%), a lenha se mantém como o energético mais importante, tendo o gás natural seco a segunda maior participação, com um forte aumento no período (de 2,6% para 27,6%).

Finalmente, têm-se os outros segmentos industriais, cujo consumo a se destacar é o da lenha para queima direta (34%, em 1990, e 22,7%, em 2010) e o do gás natural (49,2%, em 2010, contra 10,8%, em 1990). O do coque de petróleo também sofreu aumento (12,4%, em 2010, contra 0,1%, em 1990). No período houve forte retração no consumo de óleo combustível (com participação de 40,6%, em 1990, e somente de 4,6%, em 2010).

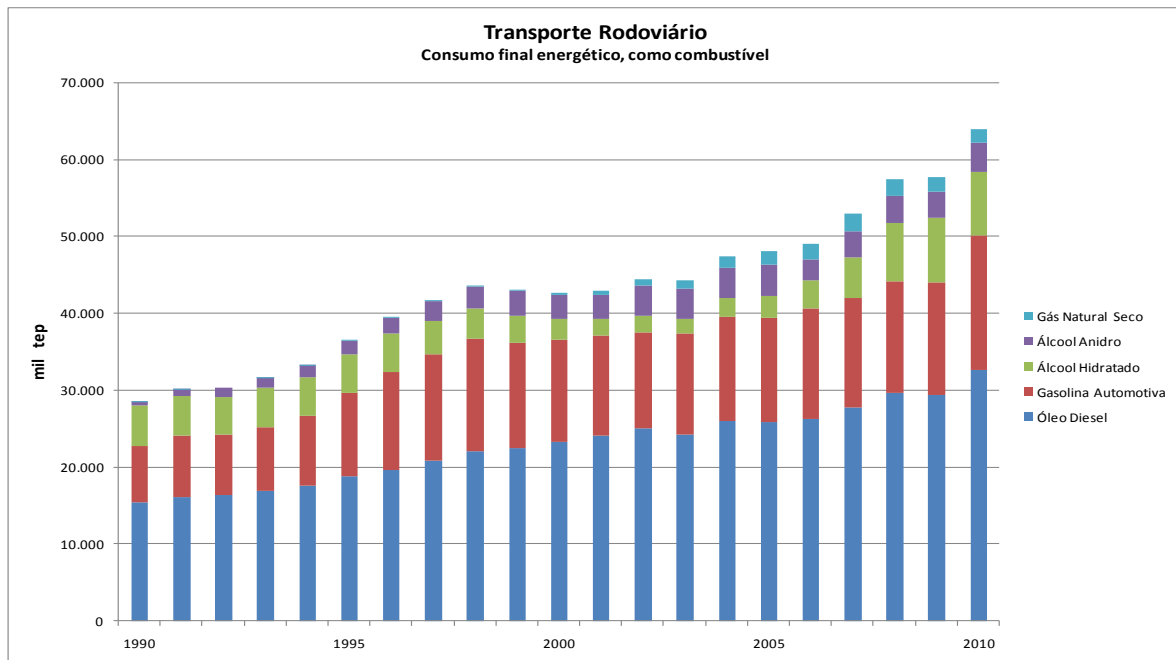
A Figura 6 apresenta o consumo final energético do subsetor industrial, por segmento, para o período de 1990 a 2005.

Figura 6 - Consumo final energético do Subsetor Industrial, por segmento

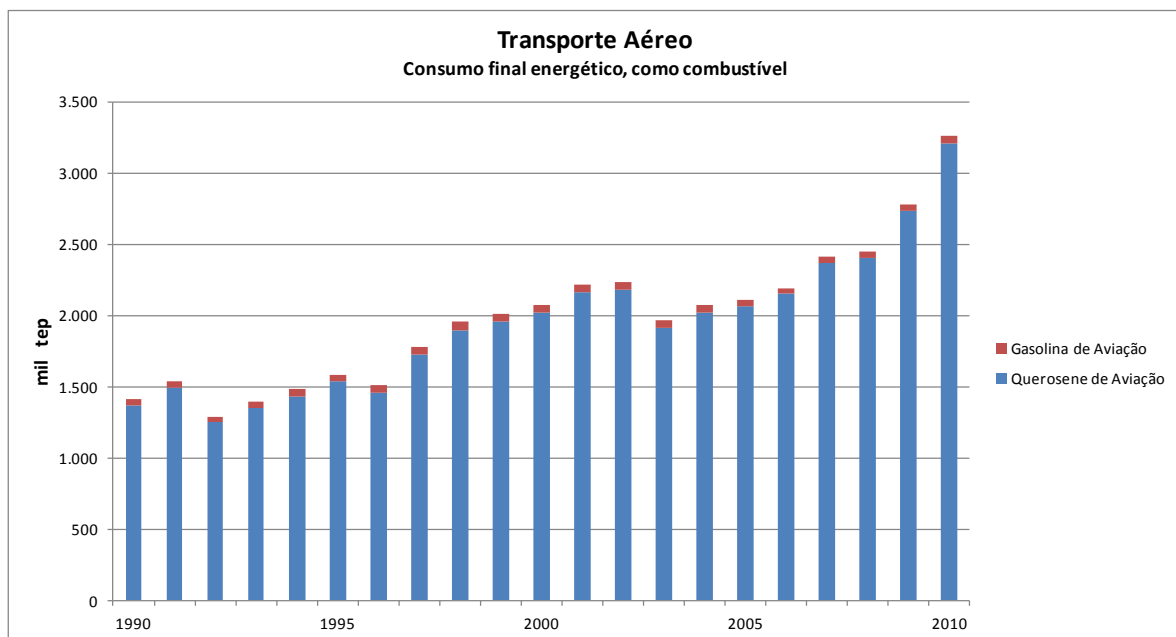
3.1.4 Consumo final energético do Subsetor de Transportes

O Subsetor de Transportes engloba os subsetores rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário. Entre 1990 e 2010 observa-se um aumento de 117,8% do consumo energético total do subsetor, impulsionado pelo subsetor rodoviário cujo consumo cresceu 121,1% no período.

No subsetor rodoviário a predominância do consumo de óleo diesel se mantém quase constante no período analisado. Em 1990, o consumo de óleo diesel correspondeu a 53,5% do consumo energético rodoviário e foi de 51,0%, em 2010. A gasolina automotiva vem em seguida com 29,3% e 27,4%, respectivamente, em 1990 e 2010. A participação do álcool (anidro e hidratado) aumentou de 2,3% para 8,7%, como pode ser observado na Figura 7.

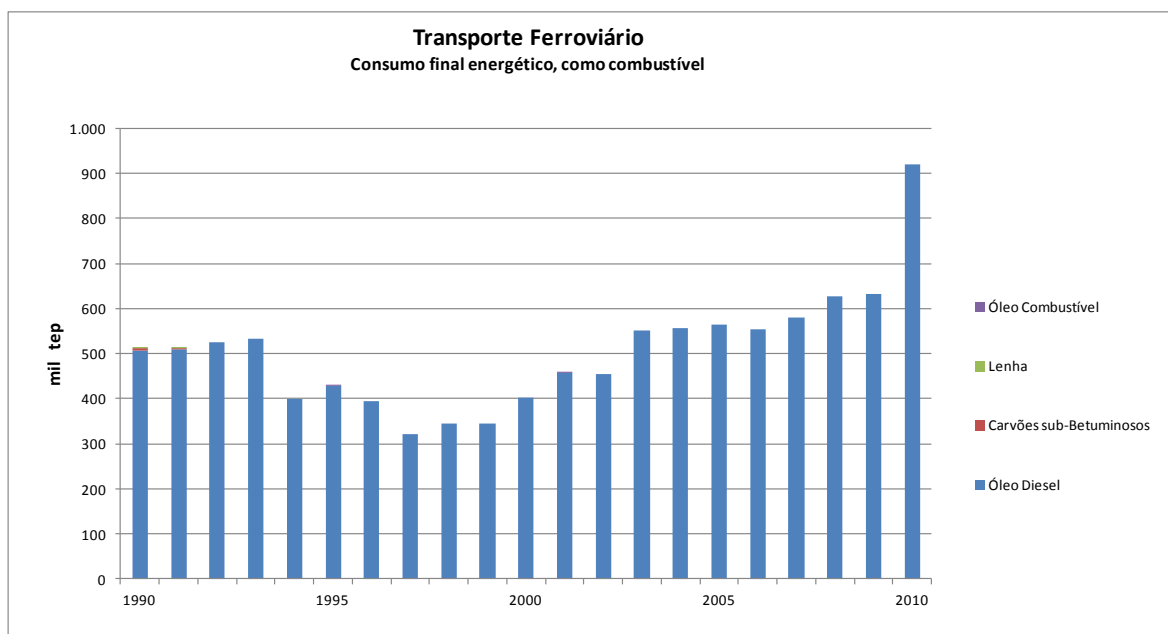
Figura 7 - Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal rodoviário, por energético

No caso do transporte aéreo, os únicos combustíveis utilizados são gasolina e querosene de aviação. O consumo total energético aumentou 130,3% no período de 1990 a 2010, sendo acompanhado por um crescimento de mesma magnitude do consumo de querosene de aviação. A gasolina de aviação por outro lado se manteve praticamente estável, no mesmo período (vide Figura 8).

Figura 8 - Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal aéreo, por energético

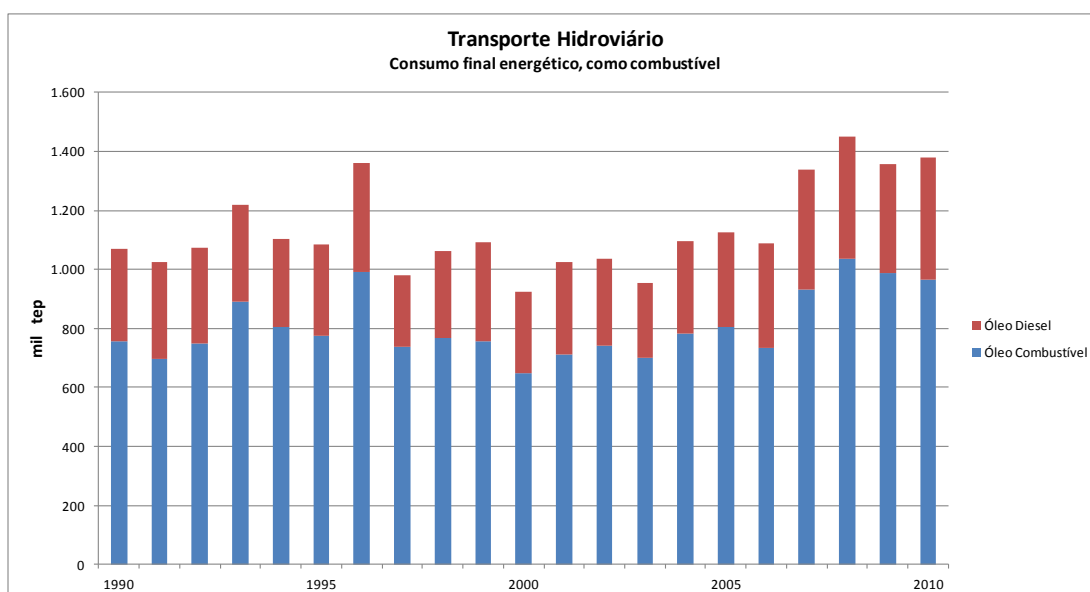
No subsetor ferroviário, observa-se um consumo muito pequeno de óleo combustível, carvão vapor e lenha para queima direta em alguns anos. O combustível predominante é o óleo diesel, que detém 100% de participação no consumo total energético em 2010, tendo apresentado um aumento de 81,6% no período do Inventário (vide Figura 9).

Figura 9 - Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal ferroviário, por energético



O consumo final energético do subsetor hidroviário, composto pelo consumo de óleo diesel e óleo combustível, aumentou 29,1% entre 1990 e 2010. O consumo de óleo combustível, que representava 70,7% do consumo total em 1990, manteve seu consumo em 70,0%, em 2010 (vide Figura 10).

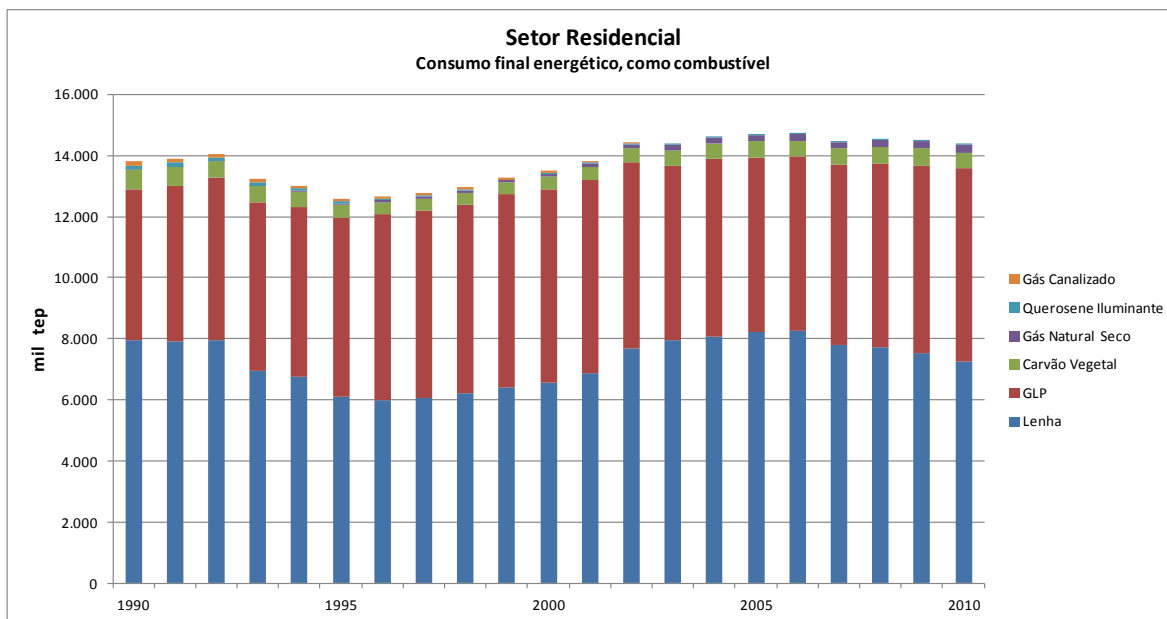
Figura 10 - Consumo final energético do Subsetor de Transporte, modal hidroviário, por energético



3.1.5 Consumo final energético do Subsetor Residencial

No subsetor residencial observa-se um consumo mais importante de lenha para queima direta e GLP (respectivamente, 57,6% e 35,8%, em 1990, e 50,7% e 43,9%, em 2010) e, em menor escala, carvão vegetal e gás natural, em 2010. A evolução do consumo desses combustíveis no período de 1990 a 2005 pode ser visualizada na Figura 11.

Figura 11 - Consumo final energético do Subsetor Residencial, por energético

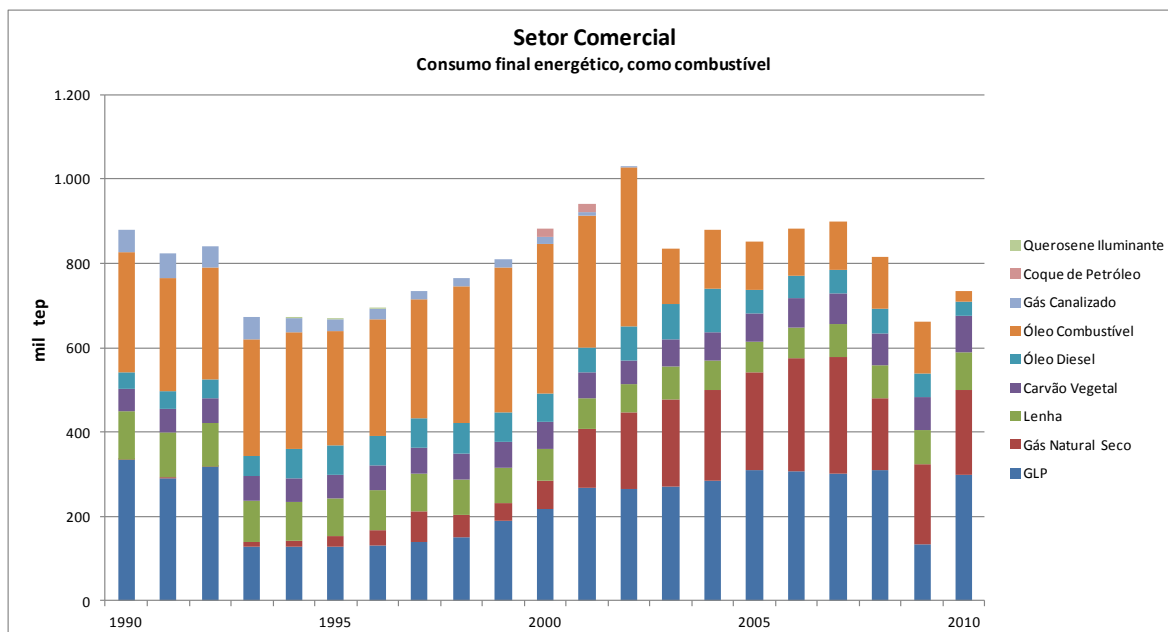


O consumo de gás canalizado se encerra em 2002 e o de querosene iluminante, cujo consumo já não era representativo em 1990, apresenta forte redução, já estando praticamente eliminado em 2010.

3.1.6 Consumo final energético do Subsetor Comercial

O consumo total de energia do subsetor comercial sofreu redução de 16,5% entre 1990 e 2010. Os consumos de querosene iluminante e coque de petróleo são desprezíveis no período analisado e, assim como no subsetor residencial, o consumo de gás canalizado também se anula em 2002. Óleo combustível tem sua participação reduzida de 32,3% para 3,3%. No sentido inverso, observa-se um aumento do consumo de gás natural e de carvão vegetal, passando de 0,1% do total para 27,5% e 6,0% para 11,7%, respectivamente. O consumo de lenha se manteve estável no período (13%, em 1990, e 12,1%, em 2010). O consumo energético do subsetor comercial é apresentado na Figura 12 para o período de 1990 a 2010.

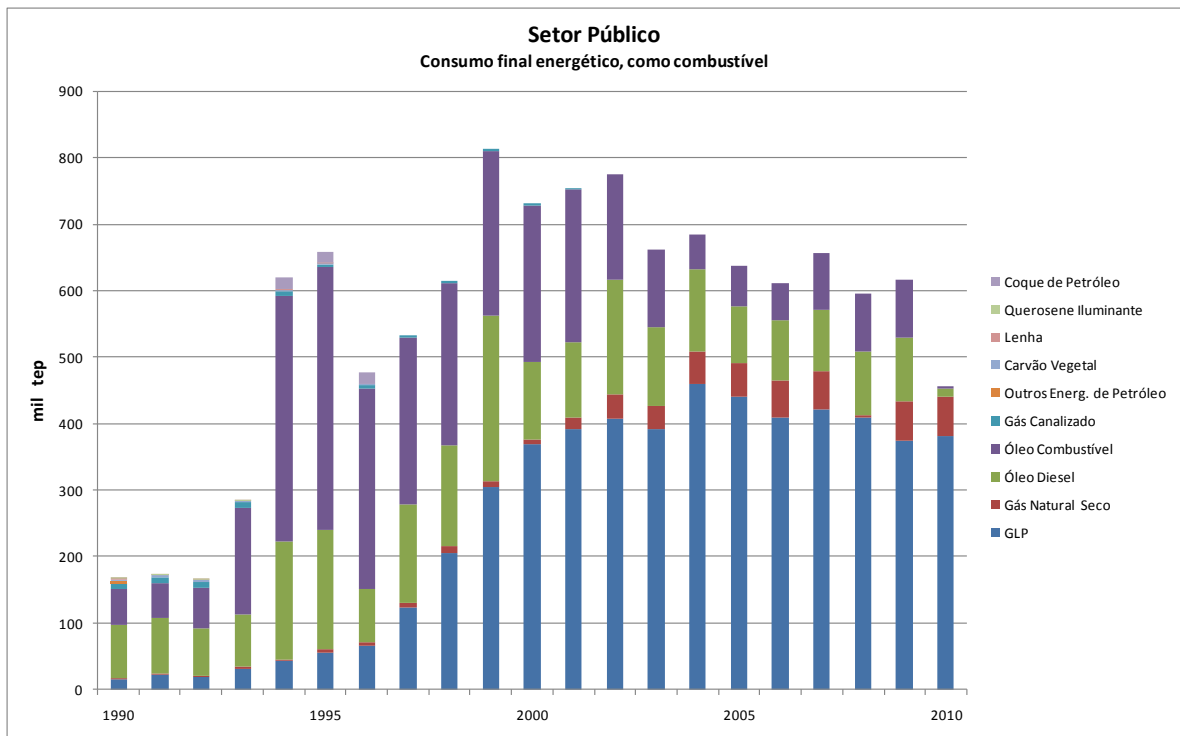
Figura 12 - Consumo final energético do Subsetor Comercial, por energético



3.1.7 Consumo final energético do Subsetor Público

O consumo energético do subsetor público apresenta grande flutuação no período de 1990 a 2010. Entre 1991 e 1993 observa-se um aumento de 268,0% do consumo total, impulsionado pelo óleo diesel, óleo combustível e GLP. Entre 1995 e 1996, tem-se uma queda do consumo total de aproximadamente 30%. A partir de então o consumo volta a aumentar e as oscilações se tornam mais amenas, como mostra a Figura 13. Ressalta-se que o GLP subiu sua participação de 9,7%, em 1990, para 83,6% em 2010 e que o óleo diesel e o óleo combustível tiveram forte queda (de 47,0% e 31,7% para 2,5% e 0,7%, respectivamente).

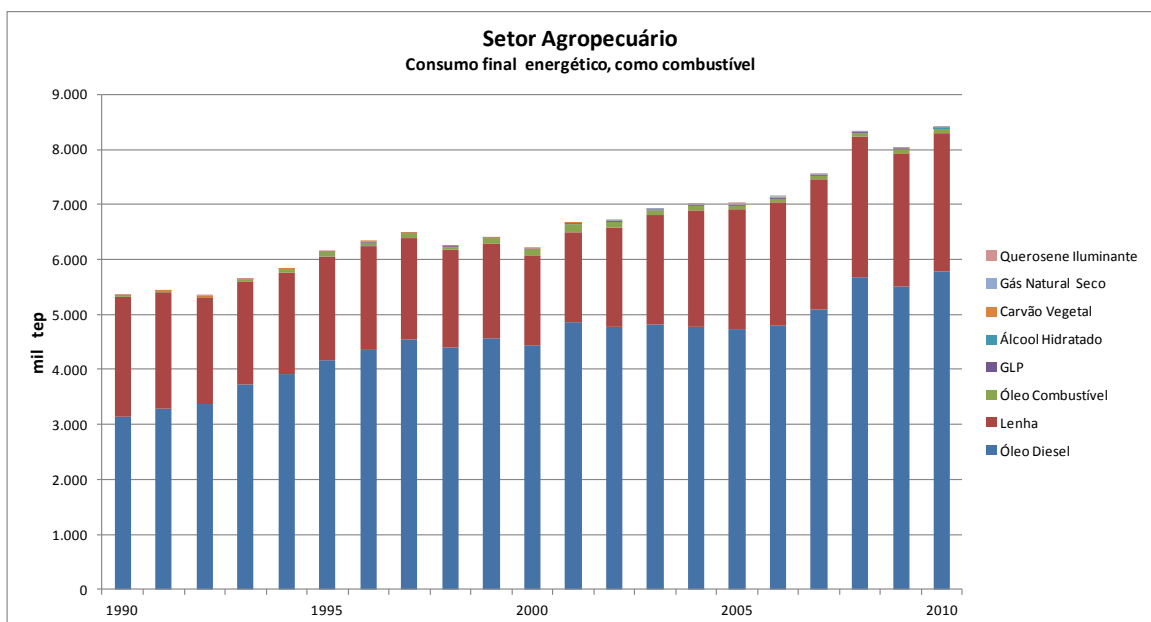
Figura 13 - Consumo final energético do Subsetor Público, por energético



3.1.8 Consumo final energético do Subsetor Agropecuário

No Subsetor Agropecuário, o principal energético é óleo diesel (58,8% e 68,7% do total, em 1990 e 2010) seguido da lenha (40,5% e 30,0%). Os demais energéticos utilizados - álcool hidratado, carvão vegetal, gás natural seco e querosene iluminante - têm participação marginal, como pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 - Consumo final energético do Subsetor Agropecuário, por energético



4. Emissões de CO₂

As emissões de CO₂ do Brasil derivadas da queima de energéticos de fontes fósseis foram calculadas de acordo com os *guidelines* do IPCC de 1997 e 2006 (IPCC, 1997 e 2006), adaptados ao sistema energético brasileiro, e estão detalhadamente descritas no Anexo Metodológico.

As emissões de CO₂ provenientes da combustão de biomassas no sistema energético estão incluídas no presente relatório apenas a título de informação sem, no entanto, estarem adicionadas às emissões de combustíveis fósseis. As emissões devido ao consumo de biomassas são tratadas em outro módulo metodológico específico - Uso do Solo e Mudança no Uso da Terra e Florestas (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*) (IPCC, 1997), onde é determinado o balanço entre o carbono emitido pela biomassa extraída e o carbono absorvido durante o crescimento de novas plantas.

A Tabela 2 apresenta as emissões de CO₂ derivadas da queima de energéticos de fontes fósseis no sistema energético brasileiro, calculadas para o período de 1990 a 2010, por energético. Observa-se um aumento de 104,9% das emissões de CO₂ no período coberto pelo Inventário, de 162.431 para 332.759 GgCO₂. Em 2010, o energético de fonte fóssil que mais contribuiu para as emissões de CO₂ do setor como um todo foi o óleo diesel, responsável por 38,7% das emissões desse ano. A gasolina automotiva e o gás natural seco também são relevantes para as emissões e apresentam participações semelhantes em 2010 (15,3% e 13,4%, respectivamente). Ressalta-se que o óleo diesel e a gasolina automotiva mantiveram suas participações estáveis ao longo do período, mas que o gás natural seco aumentou consideravelmente (em 1990, era de apenas 2,2%).

Tabela 2 - Emissões totais de CO₂, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óleo Diesel | 64.690 | 67.308 | 69.105 | 71.022 | 73.937 | 79.012 | 81.883 | 86.929 | 91.630 | 95.226 | 95.873 | 100.096 | 101.756 | 100.783 | 107.016 | 106.342 | 106.654 | 111.632 | 118.919 | 115.550 | 128.691 | |
| Gasolina Automotiva | 21.119 | 22.886 | 22.786 | 23.959 | 26.226 | 31.403 | 36.767 | 40.203 | 42.274 | 39.593 | 38.313 | 37.723 | 36.072 | 38.052 | 39.345 | 39.446 | 41.896 | 41.452 | 42.183 | 42.576 | 50.848 | |
| Gás Natural Seco | 3.607 | 3.894 | 4.636 | 4.332 | 6.744 | 7.112 | 8.191 | 7.557 | 10.219 | 11.170 | 14.074 | 19.344 | 24.471 | 26.095 | 32.076 | 34.456 | 34.668 | 34.836 | 42.663 | 31.970 | 44.740 | |
| GLP | 14.466 | 14.794 | 15.561 | 15.722 | 16.034 | 16.978 | 17.914 | 18.633 | 19.307 | 20.166 | 20.702 | 20.469 | 19.572 | 18.482 | 18.975 | 18.814 | 19.019 | 19.636 | 20.040 | 19.672 | 20.345 | |
| Óleo Combustível | 32.821 | 31.040 | 33.253 | 35.341 | 36.314 | 38.312 | 42.554 | 43.129 | 42.585 | 40.403 | 37.504 | 34.362 | 31.158 | 25.539 | 23.057 | 23.560 | 22.888 | 25.092 | 25.147 | 23.059 | 19.663 | |
| Coque de Petróleo | 167 | 118 | 43 | - | 331 | 634 | 716 | 780 | 2.808 | 7.801 | 10.467 | 11.810 | 10.622 | 9.757 | 10.014 | 11.271 | 12.074 | 14.252 | 15.401 | 16.170 | 18.426 | |
| Querosene de Aviação | 4.090 | 4.475 | 3.741 | 4.053 | 4.295 | 4.591 | 4.360 | 5.155 | 5.675 | 5.848 | 6.036 | 6.468 | 6.535 | 5.740 | 6.057 | 6.193 | 6.447 | 7.098 | 7.189 | 8.191 | 9.596 | |
| Gás de Refinaria | 3.791 | 4.249 | 4.535 | 4.786 | 5.124 | 4.772 | 5.767 | 6.382 | 6.502 | 6.127 | 6.852 | 7.625 | 7.883 | 7.945 | 8.687 | 9.042 | 9.184 | 9.247 | 9.863 | 9.738 | 9.596 | |
| Gás Natural Úmido | 1.738 | 1.390 | 1.325 | 2.430 | 140 | 585 | 1.210 | 2.911 | 697 | 1.717 | 3.034 | 3.317 | 3.785 | 3.911 | 4.459 | 4.735 | 6.071 | 7.168 | 8.220 | 8.450 | 7.944 | |
| Carvões sub-Betuminosos | 4.693 | 6.213 | 4.840 | 4.215 | 4.065 | 4.257 | 4.505 | 5.092 | 4.474 | 6.867 | 6.865 | 6.823 | 4.607 | 5.296 | 5.609 | 5.324 | 6.413 | 6.084 | 6.833 | 5.570 | 7.450 | |
| Out. Energ. de Petróleo | 2.938 | 2.779 | 3.054 | 2.941 | 3.638 | 4.420 | 3.792 | 4.335 | 4.294 | 5.714 | 6.686 | 6.618 | 6.653 | 6.498 | 6.661 | 6.546 | 6.601 | 7.798 | 6.194 | 6.651 | 6.809 | |
| Gás de Coqueria | 2.462 | 2.634 | 2.695 | 2.806 | 2.716 | 2.767 | 2.802 | 2.739 | 2.681 | 2.492 | 2.630 | 2.603 | 2.541 | 2.586 | 2.757 | 2.728 | 2.640 | 3.014 | 2.959 | 2.845 | 3.230 | |
| Lignito | 2.945 | 3.383 | 3.237 | 2.901 | 3.193 | 3.516 | 2.950 | 2.960 | 2.695 | 3.513 | 3.737 | 3.761 | 2.656 | 2.269 | 2.595 | 3.350 | 3.348 | 3.001 | 1.900 | 1.896 | 1.924 | |
| Carvões Coqueificáveis | 363 | 339 | 354 | 352 | 298 | 1.560 | 2.643 | 3.099 | 2.404 | 2.475 | 2.851 | 2.863 | 2.613 | 2.820 | 3.133 | 3.181 | 2.970 | 3.253 | 3.659 | 2.279 | 1.738 | |
| Out. Prim. Não Renováveis | 151 | 194 | 176 | 144 | 147 | 133 | 108 | 219 | 356 | 341 | 392 | 463 | 485 | 589 | 837 | 845 | 891 | 934 | 1.027 | 1.712 | 711 | |
| Coque de Carvão Mineral | 442 | 501 | 491 | 467 | 624 | - | 90 | 40 | 244 | 216 | 3 | - | - | 139 | - | 547 | 602 | 634 | 656 | 496 | 464 | |
| Alcatrão | 482 | 633 | 826 | 844 | 737 | 711 | 332 | 326 | 277 | 384 | 338 | 361 | 362 | 196 | 256 | 168 | 190 | 205 | 220 | 166 | 359 | |
| Gasolina de Aviação | 142 | 131 | 113 | 126 | 151 | 141 | 150 | 169 | 181 | 169 | 170 | 158 | 142 | 132 | 136 | 123 | 117 | 122 | 136 | 140 | 155 | |
| Outros Carvões Betuminosos | - | - | 7 | - | 203 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 48 | 48 |
| Querosene Iluminante | 567 | 549 | 478 | 413 | 364 | 304 | 238 | 188 | 168 | 171 | 168 | 213 | 210 | 82 | 73 | 74 | 59 | 41 | 36 | 35 | 21 | |

Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência

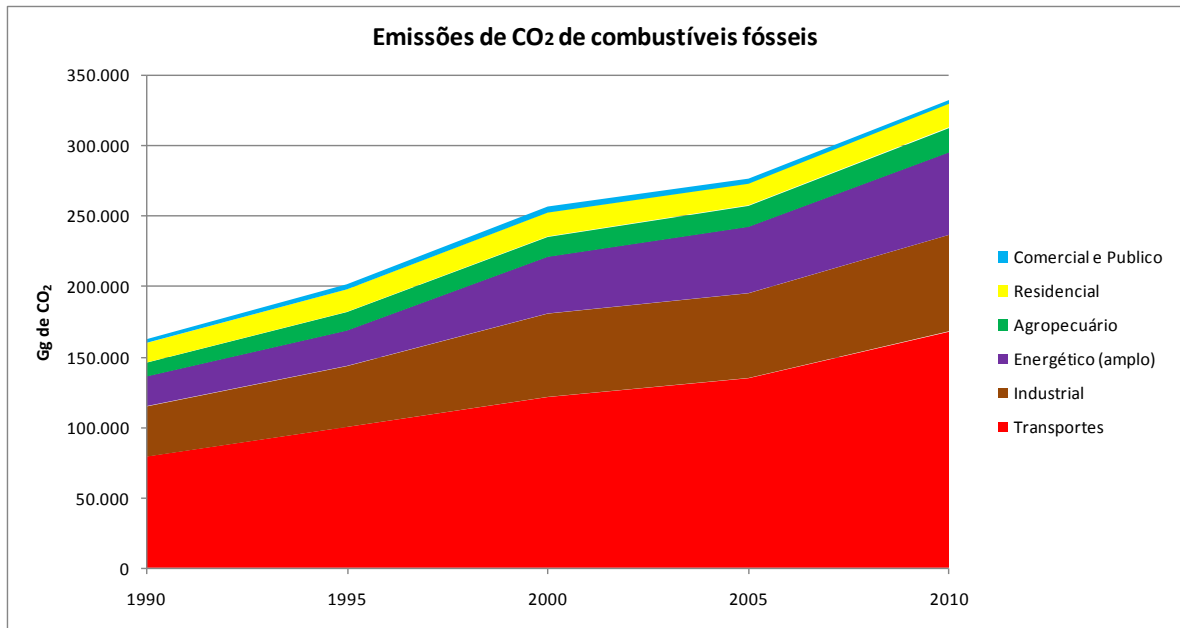
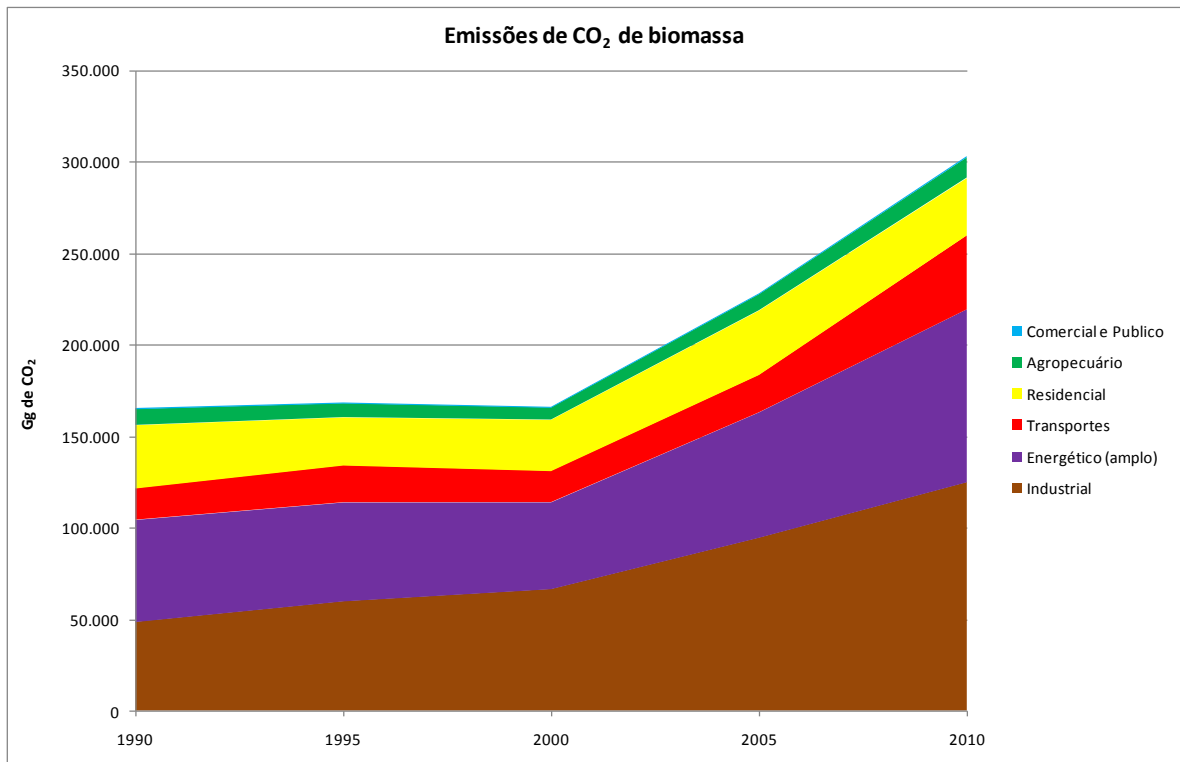
| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gás Rio (gás canalizado) | 400 | 385 | 344 | 312 | 289 | 266 | 263 | 283 | 261 | 220 | 201 | 83 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás SP (gás canalizado) | 356 | 352 | 282 | 268 | 79 | 43 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nafta | - | - | - | - | 14 | 92 | 33 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 162.431 | 168.246 | 171.880 | 177.435 | 185.664 | 201.610 | 217.301 | 231.140 | 239.745 | 250.627 | 256.908 | 265.172 | 262.195 | 256.912 | 271.741 | 276.746 | 282.731 | 295.499 | 313.244 | 297.213 | 332.759 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bagaço | 48.842 | 52.431 | 55.285 | 54.003 | 62.901 | 62.280 | 65.655 | 73.151 | 73.280 | 73.551 | 59.126 | 69.586 | 77.783 | 86.778 | 90.767 | 94.936 | 108.026 | 119.973 | 128.795 | 130.340 | 142.964 |
| Lenha | 87.580 | 83.490 | 78.948 | 76.692 | 76.634 | 72.062 | 69.268 | 68.747 | 68.734 | 70.840 | 72.910 | 71.787 | 75.729 | 81.718 | 87.123 | 88.327 | 89.243 | 89.192 | 91.785 | 82.113 | 85.939 |
| Álcool Hidratado | 15.438 | 15.497 | 14.191 | 14.626 | 14.755 | 15.036 | 14.793 | 12.555 | 11.666 | 10.659 | 8.229 | 6.436 | 6.566 | 5.687 | 7.309 | 8.551 | 10.725 | 15.671 | 22.173 | 24.900 | 24.458 |
| Lixívia | 5.249 | 5.932 | 7.095 | 8.031 | 8.725 | 8.426 | 9.255 | 9.701 | 10.223 | 11.248 | 11.552 | 11.497 | 12.864 | 14.866 | 15.796 | 16.965 | 18.313 | 19.526 | 20.726 | 22.437 | 24.148 |
| Álcool Anidro | 1.928 | 2.607 | 3.524 | 3.846 | 4.948 | 5.338 | 6.417 | 7.937 | 8.448 | 9.501 | 9.031 | 9.510 | 11.477 | 11.487 | 11.794 | 12.090 | 8.231 | 9.857 | 10.472 | 10.055 | 11.234 |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 180 | 925 | 3.071 | 4.228 | 6.306 |
| Biomassas (outras primárias) | 1.599 | 1.619 | 2.190 | 2.168 | 1.953 | 1.967 | 1.834 | 1.882 | 1.924 | 2.185 | 2.385 | 2.819 | 2.974 | 3.267 | 3.150 | 3.555 | 3.585 | 4.174 | 4.262 | 4.006 | 4.880 |
| Carvão Vegetal | 5.157 | 4.595 | 4.062 | 3.930 | 3.973 | 3.682 | 3.814 | 3.256 | 2.990 | 2.893 | 3.204 | 3.129 | 3.175 | 3.727 | 3.947 | 3.862 | 3.862 | 3.780 | 4.050 | 3.399 | 3.223 |
| Biogás (outras primárias) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93 | 187 | 19 |
| Caldo Cana | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Melaço | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Biomassas | 165.792 | 166.171 | 165.294 | 163.296 | 173.888 | 168.791 | 171.036 | 177.229 | 177.266 | 180.876 | 166.435 | 174.763 | 190.568 | 207.531 | 219.888 | 228.285 | 242.166 | 263.098 | 285.428 | 281.666 | 303.170 |
| TOTAL | 328.223 | 334.417 | 337.174 | 340.732 | 359.552 | 370.401 | 388.337 | 408.368 | 417.011 | 431.503 | 423.343 | 439.935 | 452.762 | 464.443 | 491.629 | 505.031 | 524.897 | 558.597 | 598.672 | 578.879 | 635.929 |

Na Tabela 3 e na Figura 15 observa-se que o Subsetor de Transportes se destaca com 50,6% de participação nas emissões de CO₂, em 2010, (168.364 GgCO₂), cabendo o segundo lugar ao Subsetor Industrial, com 20,5% (68.305 GgCO₂). No período de 1990 a 2010, as emissões que mais cresceram foram as do Subsetor Energético, com uma variação no de período de 176,7%. No que se refere ao Subsetor de Transportes, 90,0% das emissões se deve ao modo rodoviário, percentual que se manteve acima de 88,0% entre 1990 e 2005.

Também na Tabela 3, mas na Figura 16, estão apresentados os valores das emissões de CO₂ de biomassas, a título informativo, apenas.

Tabela 3 - Emissões totais de CO₂, por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | 21.271 | 20.860 | 22.802 | 22.866 | 23.841 | 25.282 | 27.800 | 31.218 | 32.223 | 39.123 | 40.483 | 44.837 | 39.776 | 39.450 | 45.372 | 47.344 | 47.967 | 47.494 | 58.186 | 47.615 | 58.857 |
| Industrial | 35.559 | 37.042 | 37.612 | 38.309 | 39.442 | 43.068 | 48.127 | 51.128 | 51.873 | 55.314 | 59.008 | 58.128 | 58.427 | 56.218 | 56.999 | 60.019 | 60.817 | 66.789 | 66.810 | 63.656 | 68.305 |
| Transportes | 79.337 | 83.405 | 83.707 | 86.899 | 91.283 | 100.457 | 107.864 | 114.496 | 121.389 | 120.217 | 121.748 | 124.866 | 127.289 | 126.675 | 134.513 | 135.182 | 139.534 | 145.187 | 150.797 | 149.355 | 168.364 |
| Residencial | 13.842 | 14.220 | 14.717 | 15.257 | 15.239 | 15.942 | 16.598 | 16.619 | 16.760 | 17.095 | 17.179 | 17.247 | 16.675 | 15.532 | 15.863 | 15.591 | 15.616 | 16.123 | 16.530 | 16.738 | 17.249 |
| Comercial e Público | 2.576 | 2.447 | 2.474 | 2.428 | 3.528 | 3.640 | 3.109 | 3.336 | 3.676 | 4.383 | 4.338 | 4.514 | 4.820 | 3.747 | 3.918 | 3.646 | 3.634 | 3.809 | 3.448 | 3.065 | 2.638 |
| Agropecuário | 9.846 | 10.272 | 10.569 | 11.676 | 12.332 | 13.222 | 13.803 | 14.342 | 13.824 | 14.496 | 14.152 | 15.579 | 15.207 | 15.291 | 15.075 | 14.964 | 15.162 | 16.096 | 17.473 | 16.785 | 17.346 |
| Total fóssil | 162.431 | 168.246 | 171.880 | 177.435 | 185.664 | 201.610 | 217.301 | 231.140 | 239.745 | 250.627 | 256.908 | 265.172 | 262.195 | 256.912 | 271.741 | 276.746 | 282.731 | 295.499 | 313.244 | 297.213 | 332.759 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | 55.830 | 56.570 | 53.573 | 53.653 | 57.087 | 54.091 | 54.757 | 58.676 | 52.591 | 51.495 | 47.472 | 48.369 | 52.473 | 61.102 | 65.162 | 68.564 | 72.188 | 81.225 | 94.013 | 84.543 | 94.610 |
| Industrial | 48.542 | 47.951 | 51.412 | 52.908 | 59.860 | 59.845 | 61.274 | 64.051 | 70.337 | 74.397 | 66.518 | 74.103 | 79.783 | 86.732 | 92.071 | 94.614 | 106.003 | 111.885 | 111.998 | 115.269 | 124.972 |
| Transportes | 17.376 | 18.110 | 17.715 | 18.473 | 19.703 | 20.374 | 21.210 | 20.492 | 20.114 | 20.160 | 17.259 | 15.946 | 18.043 | 17.175 | 19.104 | 20.641 | 19.137 | 26.453 | 35.035 | 38.272 | 40.579 |
| Residencial | 34.618 | 34.374 | 34.196 | 30.074 | 29.201 | 26.310 | 25.655 | 25.957 | 26.494 | 27.314 | 28.046 | 29.230 | 32.570 | 33.968 | 34.452 | 35.158 | 35.253 | 33.471 | 33.107 | 32.639 | 31.295 |
| Comercial e Público | 718 | 700 | 693 | 671 | 639 | 619 | 646 | 637 | 613 | 609 | 583 | 558 | 519 | 591 | 578 | 592 | 605 | 635 | 670 | 684 | 746 |
| Agropecuário | 8.708 | 8.467 | 7.705 | 7.516 | 7.399 | 7.552 | 7.495 | 7.415 | 7.117 | 6.901 | 6.557 | 6.557 | 7.180 | 7.962 | 8.521 | 8.717 | 8.980 | 9.429 | 10.604 | 10.259 | 10.968 |
| Total Biomassas | 165.792 | 166.171 | 165.294 | 163.296 | 173.888 | 168.791 | 171.036 | 117.229 | 177.266 | 180.876 | 166.435 | 174.763 | 190.568 | 207.531 | 219.888 | 228.285 | 242.166 | 263.098 | 285.428 | 281.666 | 303.170 |

Figura 15 - Emissões totais de CO₂ de combustíveis fósseis, por subsetorFigura 16 - Emissões totais de CO₂ de biomassa, por subsetor

De acordo com os *Guidelines* (1996 e 2006) é recomendável que a estimativa das emissões de CO₂ seja efetuada no mesmo nível de desagregação requerida para a estimativa das emissões dos gases não-CO₂, embora as emissões de CO₂ sejam dependentes apenas do conteúdo de carbono dos combustíveis, podendo ser calculadas, com razoável precisão, em um nível alto de agregação,

como no caso da metodologia *Top-down*. Para os gases não-CO₂, no entanto, é preciso utilizar informações complementares sobre uso final, tecnologia dos equipamentos, condições de utilização, etc., e as estimativas devem ser feitas, portanto, em um nível mais desagregado. As próximas seções apresentam as emissões de CO₂ derivadas da queima de combustíveis calculadas para os vários setores da economia.

4.1 Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo

O Subsetor Energético Amplo inclui todas as atividades de extração, refino e produção de combustíveis fósseis, além da produção de energia elétrica a partir das termelétricas convencionais. O Subsetor Energético Amplo no presente inventário agrega, além da categoria do consumo final do setor Energético do BEN, as categorias do consumo intermediário (ou dos setores de transformação, ou ainda de segmentos do setor energético do BEN) que são as Centrais Elétricas de Serviço Público, as Centrais Elétricas Autoprodutoras e as Carvoarias⁵. Segundo o IPCC (1997 e 2006), deve-se relatar o consumo das Centrais Elétricas Autoprodutoras no setor de Processos Industriais. Entretanto, optou-se por sua inclusão no Subsetor Energético Amplo.

A Tabela 4 mostra as emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo, por energético, para o período do Inventário. As emissões de CO₂ cresceram 176,7% entre 1990 e 2010, impulsionadas pelo gás natural, responsável por 29,9% das emissões, em 2010.

⁵ As emissões de CO₂ das Carvoarias não são incluídas no total por terem a sua origem na biomassa.

Tabela 4 - Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gás Natural Seco | 878 | 1.002 | 885 | 188 | 2.365 | 1.966 | 1.955 | 573 | 3.144 | 3.291 | 4.897 | 7.724 | 8.495 | 8.611 | 12.111 | 12.351 | 10.887 | 9.214 | 16.790 | 9.433 | 17.589 |
| Gás de Refinaria | 3.537 | 4.090 | 4.364 | 4.597 | 4.862 | 4.625 | 5.677 | 6.287 | 6.399 | 6.069 | 6.808 | 7.580 | 7.840 | 7.830 | 8.564 | 8.888 | 8.977 | 9.065 | 9.687 | 9.552 | 9.389 |
| Óleo Diesel | 3.007 | 3.086 | 3.665 | 2.889 | 2.749 | 3.296 | 3.207 | 4.180 | 5.175 | 6.661 | 5.433 | 5.948 | 4.288 | 5.441 | 6.157 | 6.369 | 5.312 | 4.890 | 6.138 | 5.574 | 9.080 |
| Gás Natural Úmido | 1.213 | 854 | 1.325 | 2.430 | 140 | 585 | 1.210 | 2.829 | 697 | 1.717 | 2.064 | 2.358 | 3.785 | 3.911 | 4.459 | 4.735 | 6.071 | 7.168 | 8.220 | 8.450 | 7.944 |
| Óleo Combustível | 7.546 | 5.976 | 6.259 | 6.936 | 7.943 | 8.083 | 8.838 | 9.469 | 9.345 | 10.569 | 10.218 | 10.283 | 7.639 | 5.780 | 5.321 | 5.875 | 6.675 | 7.464 | 7.987 | 6.888 | 5.702 |
| Carvões sub-Betuminosos | 1.500 | 1.868 | 2.054 | 1.918 | 1.795 | 2.298 | 2.838 | 3.945 | 3.686 | 5.713 | 5.687 | 5.640 | 3.621 | 4.081 | 4.541 | 4.283 | 5.181 | 4.845 | 5.499 | 4.174 | 5.238 |
| Lignito | 2.382 | 2.735 | 2.529 | 2.222 | 2.653 | 3.031 | 2.481 | 2.481 | 2.376 | 3.471 | 3.625 | 3.593 | 2.495 | 2.210 | 2.528 | 3.302 | 3.279 | 2.897 | 1.880 | 1.865 | 1.810 |
| Gás de Coqueria | 807 | 912 | 1.026 | 1.066 | 869 | 821 | 874 | 814 | 826 | 872 | 897 | 946 | 906 | 779 | 829 | 838 | 818 | 1.082 | 979 | 965 | 907 |
| Carvões Coqueificáveis | 104 | 93 | 86 | 120 | 106 | 75 | 172 | 84 | 97 | 172 | 158 | 158 | 111 | 163 | 176 | 176 | 165 | 166 | 448 | 177 | 715 |
| Out. Ener. de Petróleo | 66 | 66 | 418 | 295 | 229 | 292 | 393 | 470 | 298 | 390 | 475 | 475 | 456 | 467 | 477 | 411 | 423 | 546 | 420 | 473 | 406 |
| GLP | 53 | 63 | 48 | 65 | 40 | 26 | 26 | 44 | 50 | 53 | 121 | 10 | 27 | 108 | 121 | 72 | 151 | 140 | 50 | 48 | 40 |
| Alcatrão | 92 | 104 | 101 | 101 | 61 | 87 | 87 | - | 81 | 121 | 78 | 107 | 98 | 69 | 89 | 43 | 28 | 16 | 89 | 16 | 38 |
| Coque de Petróleo | 75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nafta | - | - | - | - | 14 | 92 | 33 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás Rio (gás canalizado) | - | - | - | - | - | - | - | 29 | 36 | 10 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Querosene Iluminante | 10 | 12 | 42 | 37 | 15 | 2 | 7 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás SP (gás canalizado) | 1 | - | - | 2 | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 21.271 | 20.860 | 22.802 | 22.866 | 23.841 | 25.282 | 27.800 | 31.218 | 32.223 | 39.123 | 40.483 | 44.837 | 39.776 | 39.450 | 45.372 | 47.344 | 47.967 | 47.494 | 58.186 | 47.615 | 58.857 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bagaço | 29.743 | 33.297 | 31.538 | 30.392 | 33.514 | 32.228 | 35.020 | 39.353 | 34.718 | 31.937 | 26.211 | 28.366 | 31.283 | 36.616 | 37.125 | 40.160 | 44.141 | 52.350 | 64.361 | 62.570 | 70.579 |
| Lenha | 25.180 | 22.133 | 20.483 | 21.613 | 21.703 | 20.002 | 17.805 | 17.189 | 15.672 | 16.965 | 18.527 | 17.119 | 17.979 | 21.011 | 24.285 | 24.024 | 23.817 | 24.127 | 24.530 | 15.959 | 17.916 |
| Lixívia | 906 | 1.140 | 1.362 | 1.326 | 1.677 | 1.719 | 1.786 | 1.925 | 1.954 | 2.271 | 2.398 | 2.387 | 2.683 | 2.991 | 3.253 | 3.631 | 3.958 | 4.194 | 4.456 | 5.142 | 5.352 |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 160 | 206 | 449 |
| Biomassas (outras primárias) | - | - | 190 | 322 | 193 | 142 | 147 | 209 | 247 | 322 | 335 | 498 | 528 | 484 | 499 | 749 | 272 | 554 | 344 | 439 | 185 |
| Carvão Vegetal | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 68 | 39 | 109 |
| Biogás (outras primárias) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 93 | 187 | 19 |
| Total Biomassas | 55.830 | 56.570 | 53.573 | 53.653 | 57.087 | 54.091 | 54.757 | 58.676 | 52.591 | 51.495 | 47.472 | 48.369 | 52.473 | 61.102 | 65.162 | 68.564 | 72.188 | 81.225 | 94.013 | 84.543 | 94.610 |

Tabela 5 - Emissões de CO₂ do Subsetor Energético Amplo, por segmento

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Setor Energético | 12.802 | 11.401 | 11.961 | 12.978 | 13.547 | 13.106 | 14.137 | 15.806 | 15.862 | 15.006 | 16.268 | 17.078 | 17.430 | 18.623 | 19.542 | 20.958 | 21.376 | 22.179 | 23.894 | 24.847 | 22.820 |
| Centrais Elét. Serv. Púb. | 6.194 | 7.110 | 7.754 | 6.806 | 7.455 | 9.016 | 10.044 | 11.826 | 12.339 | 19.182 | 19.075 | 21.627 | 17.138 | 16.069 | 20.288 | 20.911 | 20.667 | 19.399 | 26.476 | 16.532 | 26.592 |
| Centrais Elét. Autoprod. | 2.275 | 2.349 | 3.087 | 3.082 | 2.839 | 3.159 | 3.618 | 3.586 | 4.022 | 4.935 | 5.141 | 6.132 | 5.208 | 4.757 | 5.542 | 5.474 | 5.924 | 5.916 | 7.816 | 6.237 | 9.445 |
| Carvoarias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total fóssil | 21.271 | 20.860 | 22.802 | 22.866 | 23.841 | 25.282 | 27.800 | 31.218 | 32.223 | 39.123 | 40.483 | 44.837 | 39.776 | 39.450 | 45.372 | 47.344 | 47.967 | 47.494 | 58.186 | 47.615 | 58.857 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Setor Energético | 28.090 | 31.518 | 29.777 | 28.672 | 31.540 | 30.031 | 31.955 | 36.041 | 31.321 | 28.279 | 23.132 | 24.437 | 26.779 | 30.874 | 31.237 | 33.762 | 37.522 | 44.354 | 55.717 | 51.340 | 53.627 |
| Centrais Elét. Serv. Púb. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 195 | 10 | 298 | 338 | 358 |
| Centrais Elét. Autoprod. | 3.041 | 3.393 | 3.910 | 4.049 | 4.357 | 4.556 | 5.513 | 6.006 | 6.127 | 6.807 | 6.398 | 7.262 | 8.235 | 9.701 | 10.150 | 11.287 | 11.531 | 13.414 | 14.706 | 17.787 | 23.942 |
| Carvoarias | 24.698 | 21.659 | 19.886 | 20.932 | 21.190 | 19.504 | 17.289 | 16.629 | 15.143 | 16.409 | 17.942 | 16.670 | 17.460 | 20.527 | 23.776 | 23.515 | 22.940 | 23.447 | 23.290 | 15.078 | 16.684 |
| Total Biomassas | 55.830 | 56.570 | 53.573 | 53.653 | 57.087 | 54.091 | 54.757 | 58.676 | 52.591 | 51.495 | 47.472 | 48.369 | 52.473 | 61.102 | 65.162 | 68.564 | 72.188 | 81.225 | 94.013 | 84.543 | 94.610 |

As emissões da autoprodução, por segmento industrial, podem ser visualizadas nas figuras 17 e 18, respectivamente de fontes fósseis e de biomassas. Observa-se que no caso de fontes fósseis, o Subsetor Energético é o mais emissor e, em se tratando de biomassas, o mais emissor é o de Alimentos e Bebidas, demonstrando, neste caso, a importância da biomassa no deslocamento de energias de fontes fósseis.

Figura 17 - Evolução das Emissões de CO₂ de Fontes Fósseis de Autoprodução de Energia Elétrica

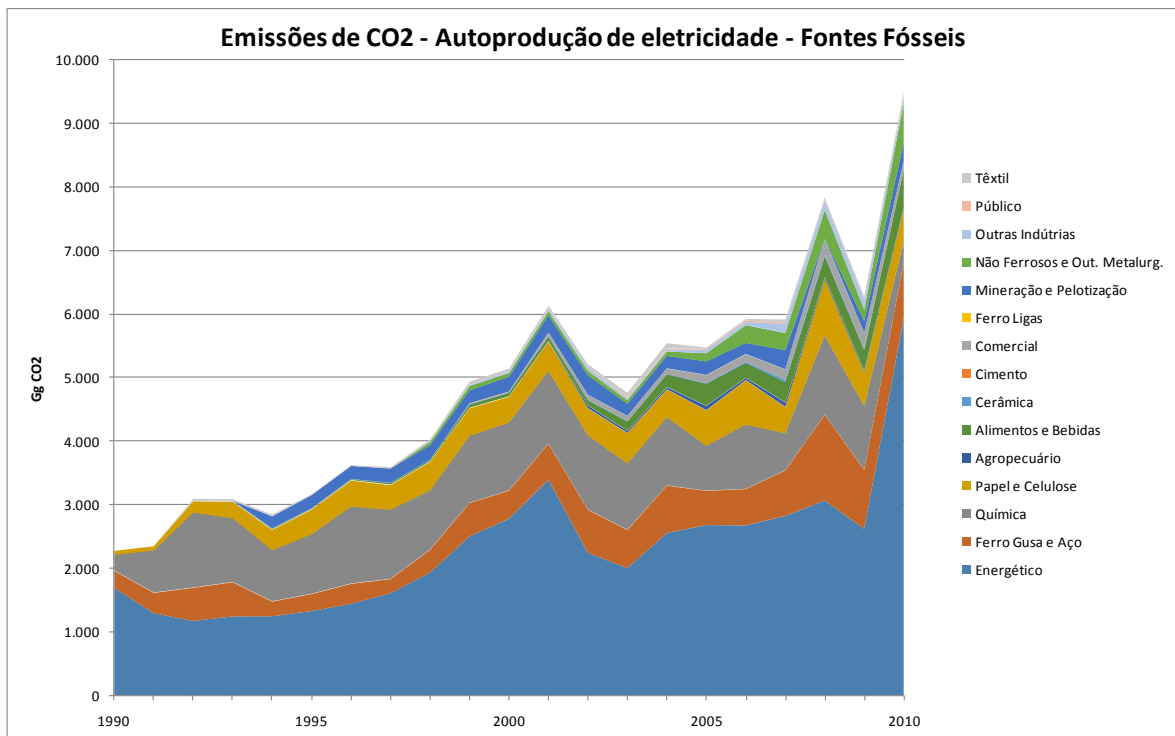
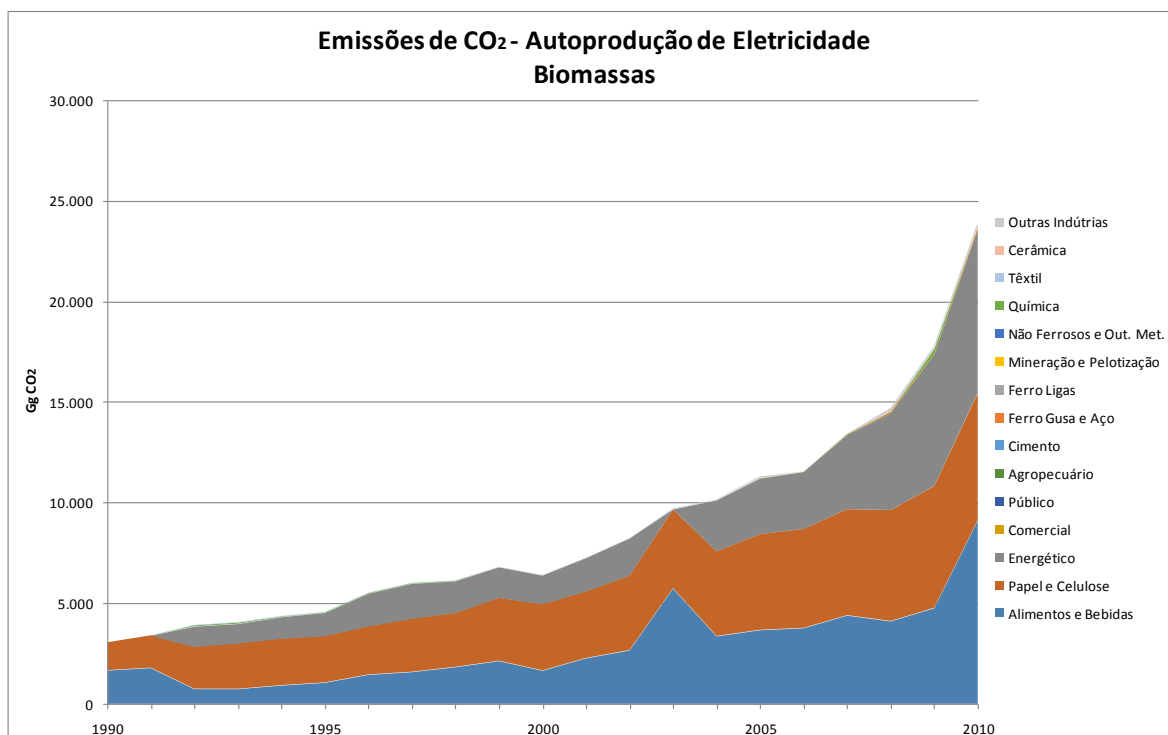


Figura 18 - Evolução das Emissões de CO₂ de Biomassas de Autoprodução de Energia Elétrica

4.2 Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial

O Subsetor Industrial apresenta um aumento de 92,1% das emissões de CO₂ do uso de energéticos como combustíveis, entre 1990 e 2010. As fontes energéticas mais importantes em termos de emissões, em 2010, são o gás natural seco, cuja participação cresceu de 7,6%, em 1990, para 31,9% das emissões totais, em 2010. Em segundo lugar, estão as emissões de coque de petróleo que passaram de 0,3%, em 1990, para 27,0%, em 2010. Apesar de o óleo combustível se constituir na terceira fonte de emissões mais importante, em 2010, contribuindo com 15,4%, houve uma redução de 51,6% relativamente a 1990, quando então era a fonte mais importante, contribuindo com 60,9% do total. As emissões de CO₂ do Subsetor Industrial são apresentadas na Tabela 6, por energético, para o período coberto pelo Inventário.

Tabela 6 - Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|--|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gás Natural Seco | 2.708 | 2.867 | 3.733 | 4.024 | 4.186 | 4.864 | 5.911 | 6.529 | 6.476 | 7.269 | 8.117 | 9.777 | 13.111 | 13.762 | 15.651 | 16.967 | 17.765 | 19.007 | 19.854 | 17.037 | 21.782 | |
| Coque de Petróleo | 93 | 118 | 43 | - | 257 | 567 | 645 | 780 | 2.808 | 7.801 | 10.381 | 11.725 | 10.622 | 9.757 | 10.014 | 11.271 | 12.074 | 14.252 | 15.401 | 16.170 | 18.426 | |
| Óleo Combustível | 21.648 | 21.704 | 23.407 | 23.982 | 23.457 | 25.253 | 28.370 | 29.284 | 28.768 | 25.191 | 22.935 | 19.551 | 19.029 | 16.427 | 14.342 | 14.296 | 13.090 | 13.763 | 12.899 | 12.079 | 10.486 | |
| Out. Energ. de Petróleo | 1.947 | 1.791 | 1.646 | 1.846 | 2.381 | 2.970 | 3.399 | 3.866 | 3.997 | 5.324 | 6.211 | 6.143 | 6.197 | 6.031 | 6.184 | 6.135 | 6.178 | 7.252 | 5.774 | 6.178 | 6.403 | |
| Gás de Coqueria | 1.655 | 1.722 | 1.669 | 1.739 | 1.847 | 1.946 | 1.929 | 1.925 | 1.855 | 1.620 | 1.733 | 1.658 | 1.635 | 1.807 | 1.928 | 1.889 | 1.823 | 1.931 | 1.980 | 1.880 | 2.323 | |
| Carvões sub-Betuminosos | 3.172 | 4.335 | 2.786 | 2.297 | 2.270 | 1.959 | 1.667 | 1.147 | 787 | 1.154 | 1.179 | 1.183 | 986 | 1.215 | 1.069 | 1.041 | 1.231 | 1.239 | 1.334 | 1.395 | 2.213 | |
| Óleo Diesel | 960 | 908 | 971 | 1.165 | 1.423 | 1.481 | 1.376 | 1.526 | 1.605 | 1.563 | 1.621 | 1.523 | 1.773 | 1.999 | 2.189 | 2.067 | 2.069 | 2.248 | 2.266 | 2.114 | 1.921 | |
| GLP | 423 | 470 | 583 | 644 | 844 | 1.051 | 1.278 | 1.716 | 1.969 | 2.107 | 2.299 | 1.927 | 1.571 | 1.492 | 1.438 | 1.607 | 1.837 | 1.955 | 2.071 | 2.066 | 1.854 | |
| Carvões Coqueificáveis | 260 | 246 | 269 | 233 | 192 | 1.486 | 2.472 | 3.015 | 2.307 | 2.304 | 2.693 | 2.705 | 2.503 | 2.657 | 2.957 | 3.005 | 2.806 | 3.086 | 3.212 | 2.102 | 1.023 | |
| Out. Prim. Não Renováveis (resíduos industriais) | 151 | 194 | 176 | 144 | 147 | 133 | 108 | 219 | 356 | 341 | 392 | 463 | 485 | 589 | 837 | 845 | 891 | 934 | 1.027 | 1.712 | 711 | |
| Coque de Carvão Mineral | 442 | 501 | 491 | 467 | 624 | - | 90 | 40 | 244 | 216 | 3 | - | - | 139 | - | 547 | 602 | 634 | 656 | 496 | 464 | |
| Alcatrão | 390 | 529 | 725 | 742 | 676 | 624 | 246 | 326 | 196 | 263 | 260 | 254 | 264 | 127 | 168 | 125 | 162 | 189 | 131 | 150 | 321 | |
| Gás de Refinaria | 254 | 160 | 171 | 190 | 262 | 147 | 90 | 95 | 103 | 58 | 44 | 44 | 43 | 115 | 123 | 154 | 207 | 182 | 175 | 187 | 207 | |
| Lignito | 562 | 648 | 708 | 679 | 540 | 485 | 469 | 479 | 319 | 42 | 113 | 167 | 160 | 60 | 67 | 48 | 69 | 104 | 20 | 31 | 114 | |
| Outros carvões Betuminosos | - | - | 7 | - | 203 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 48 | 48 |
| Querosene Iluminante | 173 | 163 | 126 | 99 | 111 | 89 | 69 | 94 | 79 | 57 | 57 | 49 | 49 | 40 | 33 | 24 | 14 | 13 | 8 | 10 | 8 | |
| Gás Natural Úmido | 525 | 536 | - | - | - | - | - | 82 | - | - | 970 | 959 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Gás Rio (gás canalizado) | 74 | 49 | 34 | 16 | 15 | 10 | 8 | 5 | 3 | 3 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Gás SP (gás canalizado) | 123 | 103 | 68 | 41 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total Fósseis | 35.559 | 37.042 | 37.612 | 38.309 | 39.442 | 43.068 | 48.127 | 51.128 | 51.873 | 55.314 | 59.008 | 58.128 | 58.427 | 56.218 | 56.999 | 60.019 | 60.817 | 66.789 | 66.810 | 63.656 | 68.305 | |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bagaçó | 19.099 | 19.134 | 23.747 | 23.611 | 29.387 | 30.053 | 30.635 | 33.799 | 38.562 | 41.614 | 32.914 | 41.220 | 46.500 | 50.162 | 53.642 | 54.775 | 63.884 | 67.624 | 64.434 | 67.771 | 72.385 | |
| Lenha | 21.500 | 20.865 | 18.680 | 19.493 | 20.285 | 19.806 | 19.733 | 19.617 | 20.829 | 21.035 | 21.326 | 20.481 | 19.703 | 20.688 | 21.852 | 22.471 | 23.164 | 24.194 | 26.082 | 26.183 | 28.577 | |
| Lixívia | 4.343 | 4.792 | 5.733 | 6.704 | 7.048 | 6.706 | 7.470 | 7.776 | 8.269 | 8.977 | 9.154 | 9.110 | 10.181 | 11.875 | 12.543 | 13.334 | 14.355 | 15.332 | 16.270 | 17.295 | 18.795 | |
| Biomassas (outras primárias) | 1.599 | 1.619 | 2.000 | 1.846 | 1.760 | 1.825 | 1.687 | 1.672 | 1.677 | 1.863 | 2.050 | 2.321 | 2.446 | 2.783 | 2.651 | 2.806 | 3.313 | 3.620 | 3.918 | 3.567 | 4.694 | |
| Carvão Vegetal | 2.002 | 1.541 | 1.253 | 1.253 | 1.380 | 1.455 | 1.749 | 1.187 | 1.000 | 908 | 1.075 | 971 | 954 | 1.224 | 1.383 | 1.228 | 1.286 | 1.115 | 1.235 | 375 | 426 | |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 59 | 78 | 95 | |
| Total Biomassas | 48.542 | 47.951 | 51.412 | 52.908 | 59.860 | 59.845 | 61.274 | 64.051 | 70.337 | 74.397 | 66.518 | 74.103 | 79.783 | 86.732 | 92.071 | 94.614 | 106.003 | 111.885 | 111.998 | 115.269 | 124.972 | |

Dentre os subsetores do Subsetor Industrial ganha destaque o de Cimento, responsável por 20,9% das emissões de CO₂ em 2010. Entre 1990 e 2010 suas emissões crescem 146,3%. Em seguida, tem-se o segmento de Química com 20,3% das emissões totais do Subsetor Industrial em 2010, apresentando um crescimento de 60,9% no período. Em 1990, contribuiu com 20,2%, o maior emissor à época. Em terceiro, tem-se o segmento Outras Indústrias que, em 1990, contribuiu com 11,1% e, em 2010, com 12,1%.

No que se refere aos segmentos de Mineração e Pelotização, Ferro-gusa e Aço e Não Ferrosos que aparecem em quarto, quinto e sexto lugares, respectivamente, ressalta-se que parte de suas emissões estão contabilizadas em Processos Industriais e Uso de Produtos, e se refere ao uso de energéticos como redutores, em conformidade com as *Guidelines* do IPCC (IPCC, 1997 e 2006). Os valores em tep descontados das presentes estimativas estão no Anexo I deste relatório e a descrição dos procedimentos de cálculo adotados para tais estimativa, constam do Anexo Metodológico.

A evolução das emissões de CO₂ de fontes fósseis dos segmentos industriais está detalhada na tabela 7, que apresenta, também, as emissões de biomassas, neste caso não incluídas no total.

Tabela 7 - Emissões de CO₂ do Subsetor Industrial, por segmento

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 5.790 | 6.585 | 5.149 | 5.131 | 5.060 | 6.073 | 7.184 | 8.635 | 9.389 | 10.152 | 10.512 | 11.031 | 10.278 | 8.886 | 8.129 | 8.951 | 9.901 | 11.115 | 12.328 | 13.639 | 14.259 |
| Química | 8.606 | 8.811 | 9.080 | 8.578 | 9.114 | 10.057 | 11.493 | 13.352 | 12.343 | 13.551 | 13.942 | 13.930 | 14.161 | 13.508 | 14.353 | 14.624 | 14.880 | 15.598 | 14.283 | 14.446 | 13.847 |
| Outras Indústrias | 3.962 | 4.046 | 3.998 | 4.384 | 4.787 | 4.942 | 4.942 | 5.496 | 5.749 | 6.179 | 7.076 | 6.592 | 6.495 | 5.877 | 6.021 | 6.213 | 6.234 | 7.079 | 7.895 | 7.997 | 8.293 |
| Mineração e Pelotização | 2.412 | 2.389 | 2.649 | 2.798 | 3.216 | 3.263 | 3.867 | 3.752 | 3.916 | 4.727 | 5.666 | 5.561 | 5.709 | 5.759 | 6.352 | 7.230 | 7.493 | 8.497 | 8.211 | 5.778 | 7.289 |
| Ferro-gusa e Aço | 4.373 | 4.565 | 4.850 | 5.070 | 5.318 | 5.387 | 5.352 | 5.201 | 4.560 | 4.268 | 4.620 | 4.470 | 4.722 | 4.796 | 4.839 | 5.297 | 5.279 | 5.733 | 5.590 | 4.322 | 5.540 |
| Não-Ferrosos | 1.357 | 1.314 | 1.420 | 1.646 | 1.380 | 1.868 | 2.503 | 2.558 | 3.007 | 3.449 | 3.709 | 3.537 | 3.619 | 4.595 | 4.846 | 4.916 | 5.001 | 5.366 | 5.252 | 4.377 | 5.476 |
| Cerâmica | 1.692 | 1.789 | 2.239 | 2.486 | 2.529 | 2.691 | 2.779 | 3.069 | 3.337 | 3.138 | 3.382 | 3.292 | 3.531 | 3.556 | 3.552 | 3.805 | 3.944 | 4.524 | 4.614 | 4.594 | 4.888 |
| Alimentos e Bebidas | 3.239 | 3.247 | 3.546 | 3.625 | 3.642 | 4.074 | 4.542 | 4.107 | 4.331 | 4.418 | 4.476 | 4.432 | 4.346 | 4.130 | 3.921 | 3.755 | 3.471 | 3.807 | 3.860 | 3.828 | 3.965 |
| Papel e Celulose | 2.464 | 2.725 | 3.120 | 2.909 | 2.954 | 3.384 | 4.013 | 3.715 | 3.956 | 4.264 | 4.320 | 4.086 | 4.290 | 3.993 | 3.749 | 3.840 | 3.246 | 3.529 | 3.420 | 3.372 | 3.632 |
| Têxteis | 1.600 | 1.530 | 1.506 | 1.597 | 1.338 | 1.328 | 1.452 | 1.244 | 1.252 | 1.134 | 1.268 | 1.157 | 1.238 | 1.023 | 1.101 | 1.159 | 1.156 | 1.263 | 1.136 | 1.083 | 1.015 |
| Ferroligas | 63 | 41 | 55 | 84 | 105 | 1 | - | - | 34 | 34 | 37 | 40 | 37 | 95 | 136 | 229 | 212 | 279 | 221 | 221 | 102 |
| Total Fósseis | 35.559 | 37.042 | 37.612 | 38.309 | 39.442 | 43.068 | 48.127 | 51.128 | 51.873 | 55.314 | 59.008 | 58.128 | 58.427 | 56.218 | 56.999 | 60.019 | 60.817 | 66.789 | 66.810 | 63.656 | 68.305 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alimentos e Bebidas | 26.544 | 26.691 | 30.496 | 30.412 | 36.251 | 36.841 | 37.719 | 40.731 | 45.633 | 48.805 | 40.209 | 48.292 | 53.430 | 56.864 | 60.587 | 61.868 | 71.045 | 75.036 | 72.303 | 75.791 | 81.328 |
| Papel e Celulose | 8.845 | 9.050 | 10.541 | 11.461 | 12.189 | 11.914 | 11.981 | 12.178 | 13.798 | 14.573 | 15.136 | 15.248 | 16.227 | 18.571 | 19.325 | 20.409 | 22.255 | 23.638 | 25.073 | 26.537 | 28.645 |
| Cerâmica | 6.519 | 6.176 | 5.611 | 6.065 | 6.175 | 5.833 | 6.427 | 6.541 | 6.456 | 6.674 | 6.670 | 6.409 | 6.094 | 6.247 | 6.574 | 6.973 | 7.162 | 7.666 | 8.684 | 8.525 | 9.321 |
| Outras Indústrias | 2.872 | 2.821 | 2.134 | 2.250 | 2.369 | 2.467 | 2.422 | 2.408 | 2.377 | 2.312 | 2.335 | 2.237 | 2.152 | 2.736 | 2.928 | 2.849 | 2.931 | 3.059 | 3.254 | 3.200 | 3.578 |
| Cimento | 1.640 | 1.206 | 1.003 | 1.088 | 1.228 | 1.330 | 1.694 | 1.183 | 1.107 | 1.086 | 1.310 | 1.195 | 1.149 | 1.376 | 1.659 | 1.503 | 1.580 | 1.426 | 1.591 | 249 | 1.036 |
| Ferroligas | - | - | - | 48 | - | - | 77 | 152 | 155 | 200 | 239 | 198 | 258 | 309 | 359 | 366 | 370 | 396 | 406 | 313 | 367 |
| Têxteis | 633 | 602 | 392 | 412 | 421 | 415 | 426 | 405 | 393 | 369 | 323 | 317 | 307 | 359 | 373 | 372 | 375 | 382 | 377 | 351 | 367 |
| Química | 1.185 | 1.136 | 961 | 1.016 | 1.071 | 883 | 521 | 447 | 411 | 371 | 297 | 208 | 166 | 269 | 266 | 274 | 284 | 282 | 290 | 275 | 290 |
| Mineração e Pelotização | 153 | 158 | 138 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 25 | 38 |
| Ferro-gusa e Aço | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 |
| Não-Ferrosos | 151 | 110 | 136 | 142 | 145 | 163 | 6 | 6 | 7 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - |
| Total Biomassas | 48.542 | 47.951 | 51.412 | 52.908 | 59.860 | 59.845 | 61.274 | 64.051 | 70.337 | 74.397 | 66.518 | 74.103 | 79.783 | 86.732 | 92.071 | 94.614 | 106.003 | 111.885 | 111.998 | 115.269 | 124.972 |

4.3 Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes

As emissões do Subsetor de Transportes crescem 112,1% entre 1990 e 2010, passando de 79.337 para 168.364 GgCO₂, devido a um aumento do consumo energético de 117,8%. O óleo diesel detém 59,7% de participação nas emissões de CO₂ do subsetor em 2010, como pode ser visto na Tabela 10, seguido pela gasolina automotiva, com 30,2% de participação.

O gás natural veicular (GNV) tem uma pequena participação de 2,5%, em 2010. As contribuições do querosene referem-se ao seu uso no transporte aéreo e o uso de óleo combustível ao transporte naval ou fluvial. As emissões de carvões sub-betuminosos do início do período foram realizadas pelo modal ferroviário.

As emissões do Subsetor Rodoviário estão apresentadas na Tabela 8 que também apresenta os valores referentes ao uso de energéticos de biomassas, com destaque para a introdução do biodiesel no final do período.

Ressalta-se que as emissões de *bunker* (transporte internacional) não são computadas no total dos países, conforme *guidelines* do IPCC (1997 e 2006) e encontram-se na seção 6.

Tabela 8 - Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óleo Diesel | 50.597 | 52.722 | 53.654 | 55.022 | 56.874 | 60.546 | 63.306 | 66.479 | 70.496 | 71.833 | 74.482 | 77.029 | 80.109 | 77.742 | 83.177 | 82.790 | 83.932 | 88.210 | 92.857 | 90.902 | 100.487 |
| Gasolina Automotiva | 21.119 | 22.886 | 22.786 | 23.959 | 26.226 | 31.403 | 36.767 | 40.203 | 42.274 | 39.593 | 38.313 | 37.723 | 36.072 | 38.052 | 39.345 | 39.446 | 41.896 | 41.452 | 42.183 | 42.576 | 50.848 |
| Querosene de Aviação | 4.090 | 4.475 | 3.741 | 4.053 | 4.295 | 4.591 | 4.360 | 5.155 | 5.675 | 5.848 | 6.036 | 6.468 | 6.535 | 5.740 | 6.057 | 6.193 | 6.447 | 7.098 | 7.189 | 8.191 | 9.596 |
| Gás Natural Seco | 4 | 4 | - | 52 | 95 | 101 | 74 | 97 | 273 | 329 | 647 | 1.182 | 2.026 | 2.745 | 3.266 | 4.019 | 4.768 | 5.289 | 5.069 | 4.353 | 4.150 |
| Óleo Combustível | 2.449 | 2.253 | 2.424 | 2.887 | 2.614 | 2.517 | 3.207 | 2.393 | 2.489 | 2.446 | 2.101 | 2.306 | 2.405 | 2.266 | 2.533 | 2.611 | 2.374 | 3.015 | 3.363 | 3.194 | 3.129 |
| Gasolina de Aviação | 142 | 131 | 113 | 126 | 151 | 141 | 150 | 169 | 181 | 169 | 170 | 158 | 142 | 132 | 136 | 123 | 117 | 122 | 136 | 140 | 155 |
| MTBE e methanol (Out. Ener. de Petróleo) | 915 | 923 | 990 | 800 | 1.028 | 1.157 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Carvões sub-Betuminosos | 22 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 79.337 | 83.405 | 83.707 | 86.899 | 91.283 | 100.457 | 107.864 | 114.496 | 121.389 | 120.217 | 121.748 | 124.866 | 127.289 | 126.675 | 134.513 | 135.182 | 139.534 | 145.187 | 150.797 | 149.355 | 168.364 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Álcool Hidratado | 15.438 | 15.497 | 14.191 | 14.626 | 14.755 | 15.036 | 14.793 | 12.555 | 11.666 | 10.659 | 8.229 | 6.436 | 6.566 | 5.687 | 7.309 | 8.551 | 10.725 | 15.671 | 22.173 | 24.900 | 24.435 |
| Álcool Anidro | 1.928 | 2.607 | 3.524 | 3.846 | 4.948 | 5.338 | 6.417 | 7.937 | 8.448 | 9.501 | 9.031 | 9.510 | 11.477 | 11.487 | 11.794 | 12.090 | 8.231 | 9.857 | 10.472 | 10.055 | 11.234 |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 180 | 925 | 2.390 | 3.317 | 4.910 |
| Lenha | 10 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Biomassas | 17.376 | 18.110 | 17.715 | 18.473 | 19.703 | 20.374 | 21.210 | 20.492 | 20.114 | 20.160 | 17.259 | 15.946 | 18.043 | 17.175 | 19.104 | 20.641 | 19.137 | 26.453 | 35.035 | 38.272 | 40.579 |

O modal rodoviário responde por 90,0% das emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes, em 2010, um pouco acima do observado em 1990, quando sua participação foi de 88,3%. Este modal apresenta um crescimento de 116,1% das suas emissões no período de 1990 a 2010. O segundo modal mais importante é o aéreo, que contribui com apenas 5,3% das emissões totais de CO₂ do subsetor em 2010, mas que apresenta um crescimento de 130,4% das suas emissões no período avaliado (Tabela 8).

Tabela 9 - Emissões de CO₂ do Subsetor de Transportes, por modal

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 70.094 | 73.931 | 74.786 | 77.159 | 82.058 | 90.916 | 97.772 | 105.030 | 111.067 | 109.634 | 111.337 | 113.548 | 115.889 | 116.036 | 123.083 | 123.519 | 127.773 | 131.881 | 136.931 | 134.781 | 151.481 |
| Transporte Ferroviário | 1.592 | 1.589 | 1.631 | 1.657 | 1.242 | 1.332 | 1.226 | 994 | 1.068 | 1.073 | 1.247 | 1.419 | 1.408 | 1.713 | 1.728 | 1.748 | 1.721 | 1.804 | 1.894 | 1.892 | 2.717 |
| Transporte Aéreo | 4.232 | 4.606 | 3.854 | 4.180 | 4.446 | 4.732 | 4.509 | 5.324 | 5.857 | 6.017 | 6.206 | 6.626 | 6.677 | 5.871 | 6.193 | 6.316 | 6.563 | 7.220 | 7.325 | 8.330 | 9.751 |
| Transporte Hidroviário | 3.420 | 3.279 | 3.437 | 3.903 | 3.537 | 3.477 | 4.357 | 3.148 | 3.397 | 3.493 | 2.958 | 3.274 | 3.316 | 3.055 | 3.509 | 3.599 | 3.476 | 4.281 | 4.648 | 4.351 | 4.415 |
| Total Fósseis | 79.337 | 83.405 | 83.707 | 86.899 | 91.283 | 100.457 | 107.864 | 114.496 | 121.389 | 120.217 | 121.748 | 124.866 | 127.289 | 126.675 | 134.513 | 135.182 | 139.534 | 145.187 | 150.797 | 149.355 | 168.364 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 17.366 | 18.104 | 17.715 | 18.473 | 19.703 | 20.374 | 21.210 | 20.492 | 20.114 | 20.160 | 17.259 | 15.946 | 18.043 | 17.175 | 19.104 | 20.641 | 19.137 | 26.453 | 34.986 | 38.202 | 40.444 |
| Transporte Ferroviário | 10 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 49 | 70 | 135 |
| Transporte Aéreo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Transporte Hidroviário | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Biomassas | 17.376 | 18.110 | 17.715 | 18.473 | 19.703 | 20.374 | 21.210 | 20.492 | 20.114 | 20.160 | 17.259 | 15.946 | 18.043 | 17.175 | 19.104 | 20.641 | 19.137 | 26.453 | 35.035 | 38.272 | 40.579 |

4.4 Emissões de CO₂ do Subsetor Residencial

As emissões de CO₂ do subsetor residencial crescem 24,6% entre 1990 e 2010, como pode ser visualizado na Tabela 10, voltando aos níveis de 2001 quando houve um pico. A fonte energética mais importante no subsetor e que responde por 96,5% das emissões de CO₂ em 2010 é o GLP, cujas emissões crescem 27,4% entre 1990 e 2010. Observa-se uma pequena participação das emissões de gás natural seco, em 2010, sendo as de querosene iluminante desprezíveis.

Tabela 10 - Emissões de CO₂ do Subsetor Residencial, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | GgCO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GLP | 13.060 | 13.435 | 14.035 | 14.586 | 14.696 | 15.415 | 16.087 | 16.173 | 16.326 | 16.666 | 16.694 | 16.737 | 16.147 | 15.085 | 15.398 | 15.092 | 15.085 | 15.577 | 15.964 | 16.155 | 16.637 |
| Gás Natural Seco | 10 | 12 | 12 | 41 | 62 | 107 | 149 | 167 | 180 | 163 | 236 | 289 | 318 | 405 | 426 | 448 | 487 | 518 | 538 | 558 | 599 |
| Querosene Iluminante | 381 | 371 | 304 | 272 | 233 | 210 | 158 | 92 | 87 | 111 | 109 | 161 | 158 | 42 | 40 | 50 | 45 | 28 | 27 | 25 | 13 |
| Gás Rio (gás canalizado) | 246 | 256 | 234 | 222 | 206 | 190 | 192 | 188 | 168 | 154 | 140 | 59 | 52 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás SP (gás canalizado) | 143 | 146 | 131 | 137 | 42 | 19 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 13.842 | 14.220 | 14.717 | 15.257 | 15.239 | 15.942 | 16.598 | 16.619 | 16.760 | 17.095 | 17.179 | 17.247 | 16.675 | 15.532 | 15.863 | 15.591 | 15.616 | 16.123 | 16.530 | 16.738 | 17.249 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lenha | 31.766 | 31.637 | 31.710 | 27.703 | 26.904 | 24.374 | 23.894 | 24.191 | 24.797 | 25.626 | 26.219 | 27.366 | 30.628 | 31.771 | 32.207 | 32.851 | 33.015 | 31.163 | 30.739 | 30.034 | 29.025 |
| Carvão Vegetal | 2.852 | 2.737 | 2.486 | 2.371 | 2.296 | 1.936 | 1.760 | 1.766 | 1.697 | 1.688 | 1.827 | 1.864 | 1.942 | 2.198 | 2.244 | 2.307 | 2.239 | 2.308 | 2.368 | 2.605 | 2.270 |
| Total Biomassas | 34.618 | 34.374 | 34.196 | 30.074 | 29.201 | 26.310 | 25.655 | 25.957 | 26.494 | 27.314 | 28.046 | 29.230 | 32.570 | 33.968 | 34.452 | 35.158 | 35.253 | 33.471 | 33.107 | 32.639 | 31.295 |

4.5 Emissões de CO₂ do Subsetor Comercial

As emissões de CO₂ do Subsetor Comercial decrescem 30,2% no período de 1990 a 2010, de 2.073 para 1.446 GgCO₂, depois de um pico em 2006. Das fontes energéticas que suprem o subsetor, a única que apresenta aumento de emissões no período é o gás natural que, em 1990, emitiu 0,1% do total do subsetor e, em 2010, passou a emitir 32,8%. O GLP continua a ser a fonte mais emissora, representando 42,7% do total, em 1990, e 54,4%, em 2010. A tabela 11 apresenta os valores das emissões fósseis e, também, de biomassas, as últimas não sendo consideradas no total do país.

Tabela 11 - Emissões de CO₂ do Subsetor Comercial, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GLP | 885 | 767 | 839 | 342 | 339 | 336 | 344 | 365 | 397 | 499 | 573 | 705 | 701 | 718 | 749 | 817 | 814 | 799 | 815 | 356 | 787 |
| Gás Natural Seco | 2 | 4 | 4 | 21 | 31 | 62 | 89 | 172 | 122 | 97 | 161 | 331 | 428 | 484 | 506 | 548 | 624 | 647 | 401 | 445 | 474 |
| Óleo Diesel | 118 | 126 | 132 | 145 | 210 | 216 | 213 | 210 | 229 | 221 | 208 | 187 | 247 | 266 | 318 | 165 | 167 | 174 | 178 | 171 | 105 |
| Óleo Combustível | 920 | 870 | 861 | 901 | 901 | 876 | 895 | 917 | 1.047 | 1.113 | 1.147 | 1.010 | 1.224 | 420 | 460 | 374 | 357 | 376 | 395 | 395 | 80 |
| Gás Rio (gás canalizado) | 68 | 68 | 63 | 62 | 56 | 56 | 53 | 51 | 46 | 46 | 42 | 20 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Coque de Petróleo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 86 | 86 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás SP (gás canalizado) | 80 | 93 | 75 | 80 | 28 | 16 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Querosene Iluminante | - | - | - | - | 5 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 2.073 | 1.928 | 1.974 | 1.551 | 1.570 | 1.565 | 1.611 | 1.714 | 1.842 | 1.975 | 2.216 | 2.338 | 2.609 | 1.887 | 2.034 | 1.903 | 1.963 | 1.996 | 1.788 | 1.366 | 1.446 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carvão Vegetal | 236 | 245 | 268 | 259 | 259 | 251 | 265 | 274 | 268 | 274 | 282 | 274 | 259 | 282 | 294 | 301 | 308 | 327 | 347 | 347 | 384 |
| Lenha | 458 | 433 | 406 | 396 | 365 | 357 | 375 | 364 | 345 | 335 | 301 | 284 | 260 | 309 | 284 | 291 | 297 | 309 | 311 | 320 | 355 |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 6 | 5 |
| Total Biomassas | 694 | 678 | 674 | 655 | 624 | 608 | 640 | 637 | 613 | 609 | 583 | 558 | 519 | 591 | 578 | 592 | 605 | 635 | 663 | 674 | 744 |

4.6 Emissões de CO₂ do Subsetor Público

No Subsetor Público as emissões crescem 137,0% no período de 1990 a 2010, depois de um pico em 1999, quando então começou a declinar. O maior volume de emissões é proveniente do consumo de GLP, responsável por 84,4% do total, em 2010, o qual aumentou consideravelmente sua participação que foi de 8,7%, em 1990. O gás natural seco ocupa o segundo lugar com 11,8% das emissões, em 2010, tendo também aumentado sua participação que foi de 0,8%, em 1990. A Tabela 12 apresenta a evolução das emissões de CO₂ devido à queima de combustíveis fósseis no subsetor público de 1990 a 2010, bem como as de biomassas, não consideradas no total.

Tabela 12 - Emissões de CO₂ do Subsetor Público, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------|--------------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GLP | 44 | 58 | 52 | 84 | 113 | 147 | 176 | 326 | 544 | 805 | 973 | 1.033 | 1.075 | 1.033 | 1.215 | 1.166 | 1.082 | 1.114 | 1.080 | 987 | 1.006 |
| Gás Natural Seco | 4 | 4 | 2 | 6 | 6 | 12 | 12 | 19 | 25 | 21 | 17 | 41 | 89 | 85 | 112 | 115 | 128 | 132 | 7 | 139 | 141 |
| Óleo Diesel | 247 | 263 | 224 | 242 | 552 | 555 | 245 | 455 | 468 | 771 | 366 | 353 | 531 | 366 | 387 | 265 | 284 | 291 | 290 | 290 | 34 |
| Óleo Combustível | 174 | 168 | 199 | 522 | 1.196 | 1.280 | 979 | 811 | 789 | 802 | 758 | 746 | 516 | 376 | 171 | 197 | 177 | 277 | 283 | 283 | 11 |
| Gás Rio (gás canalizado) | 12 | 12 | 13 | 12 | 12 | 10 | 10 | 11 | 8 | 9 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Coque de Petróleo | - | - | - | - | 75 | 68 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Gás SP (gás canalizado) | 9 | 11 | 8 | 8 | 2 | 2 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Querosene Iluminante | 2 | 2 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Out. Ener. de Petróleo | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 503 | 519 | 500 | 877 | 1.957 | 2.075 | 1.498 | 1.622 | 1.834 | 2.408 | 2.122 | 2.176 | 2.211 | 1.860 | 1.885 | 1.742 | 1.671 | 1.813 | 1.660 | 1.699 | 1.192 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 11 | 2 |
| Carvão Vegetal | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 | 9 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Lenha | 10 | 7 | 5 | 5 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Biomassas | 24 | 22 | 19 | 16 | 15 | 11 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8 | 11 | 2 |

4.7 Emissões de CO₂ do Subsetor Agropecuário

As emissões de CO₂ do Subsetor Agropecuário aumentam 76,2% entre 1990 e 2010. O óleo diesel é a principal fonte energética consumida pelo subsetor, com 99,1% e 98,4% de participação nas emissões de CO₂ devido à queima de combustíveis fósseis no subsetor agropecuário, respectivamente, em 1990 e em 2010. A Tabela 13 apresenta a evolução das emissões do subsetor, inclusive aquelas provenientes de biomassas que não são computadas no total.

Tabela 13 - Emissões de CO₂ do Subsetor Agropecuário, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fontes Fósseis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óleo Diesel | 9.760 | 10.202 | 10.460 | 11.560 | 12.128 | 12.917 | 13.536 | 14.078 | 13.657 | 14.178 | 13.765 | 15.056 | 14.806 | 14.970 | 14.788 | 14.688 | 14.889 | 15.819 | 17.189 | 16.499 | 17.063 |
| Óleo Combustível | 84 | 68 | 103 | 112 | 202 | 301 | 264 | 255 | 146 | 283 | 345 | 466 | 345 | 270 | 230 | 207 | 214 | 198 | 221 | 221 | 256 |
| GLP | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 10 | 21 | 36 | 42 | 56 | 52 | 47 | 53 | 61 | 50 | 51 | 59 | 61 | 21 |
| Gás Natural Seco | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | 4 | 4 | 9 | 8 | 29 | 5 | 4 | 5 |
| Querosene Iluminante | - | - | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | - | - | - | - | - |
| Total Fósseis | 9.846 | 10.272 | 10.569 | 11.676 | 12.332 | 13.222 | 13.803 | 14.342 | 13.824 | 14.496 | 14.152 | 15.579 | 15.207 | 15.291 | 15.075 | 14.964 | 15.162 | 16.096 | 17.473 | 16.785 | 17.346 |
| Biomassas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lenha | 8.657 | 8.409 | 7.665 | 7.482 | 7.373 | 7.520 | 7.461 | 7.386 | 7.091 | 6.878 | 6.537 | 6.537 | 7.160 | 7.939 | 8.495 | 8.690 | 8.951 | 9.398 | 10.124 | 9.617 | 10.067 |
| Biodiesel | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 449 | 610 | 845 |
| Carvão Vegetal | 52 | 58 | 40 | 35 | 26 | 32 | 35 | 29 | 26 | 23 | 20 | 20 | 20 | 23 | 26 | 27 | 29 | 30 | 32 | 32 | 33 |
| Álcool Hidratado | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 24 |
| Total Biomassas | 8.708 | 8.467 | 7.705 | 7.516 | 7.399 | 7.552 | 7.495 | 7.415 | 7.117 | 6.901 | 6.557 | 6.557 | 7.180 | 7.962 | 8.521 | 8.717 | 8.980 | 9.429 | 10.604 | 10.259 | 10.968 |

5. Emissões de Gases não-CO₂

Além do CO₂, os outros gases de efeito estufa direto inventariados são, o metano (CH₄) e o óxido nítrico (N₂O), além dos gases de efeito estufa indiretos, o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis não-metânicos (NMVOC). Esses gases são tratados neste trabalho, de forma genérica, como gases “não-CO₂”.

Conforme descrito no Anexo Metodológico, a aplicação da metodologia *Bottom-up* para os gases não-CO₂ depende do conhecimento da destinação ou do uso final da energia para os setores e subsetores consumidores do sistema energético brasileiro, além dos fatores de emissão das tecnologias ou equipamentos utilizados no uso final da energia. Assim, são necessárias informações adicionais sobre essas tecnologias ou equipamentos, para cada setor ou subsetor de consumo, e os combustíveis nele empregados.

O comportamento das emissões de gases de efeito estufa foi analisado no seu conjunto e nos diversos usos, como: força motriz, aquecimento direto e calor de processo. No caso da iluminação alguma emissão se deve ao uso residual de energia (querosene). Os outros tipos de iluminação, refrigeração e eletroquímica são de uso quase exclusivo para eletricidade, sendo as emissões contabilizadas nos centros de geração. Para a identificação destas destinações, utilizou-se o Balanço de Energia Útil - BEU (MME, 2005) e as seguintes definições:

- Força Motriz: Energia usada em motores estacionários ou de veículos de transporte individual ou coletivo, de carga, tratores, máquinas agrícolas, de terraplenagem e de movimentação de terras.
- Calor de Processo: Energia Usada em caldeiras e aquecedores de água ou de fluidos térmicos.
- Aquecimento Direto: Energia usada em fornos, fornalhas, radiação, aquecimento por indução, condução e micro-ondas.
- Refrigeração: Energia usada em geladeiras, freezers, equipamentos de refrigeração e ar condicionado tanto de ciclo de compressão como de absorção.
- Iluminação: Energia usada em iluminação de interiores e externa.
- Eletroquímica: Energia usada em células eletrolíticas, processos de galvanoplastia, eletroforese e eletrodeposição.
- Outros Usos: Energia usada em computadores, telecomunicações, máquinas de escritório, xerografia e equipamentos eletrônicos de controle.

Dado que não há atualização recente do BEU, foram mantidas as destinações identificadas no segundo inventário brasileiro, que à ocasião de sua realização, procurou identificar o nível de detalhamento que se poderia alcançar na associação dos combustíveis com os equipamentos de

uso mais frequente no Brasil, oportunidade em que os dados foram revistos. As destinações foram mantidas constantes a partir do último ano disponível do BEU.

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

No caso de gases não-CO₂, não há distinção entre emissões de fontes fósseis e de biomassas, estando todas as emissões incluídas na totalização do inventário, diferentemente do caso do CO₂. Ressalta-se que devido à modelagem *bottom-up* de transporte rodoviário realizada, separadamente, por *tier* 3, cujos resultados foram incorporados ao presente relatório, as emissões de gases não-CO₂ provenientes de deste modal são resultantes da mistura de gasolina com álcool anidro, estimadas conjuntamente, como utilizada nas frotas nacionais.

5.1 Emissões de CH₄

A Tabela 14 mostra as emissões de metano (CH₄) por tipo de combustível para o período de interesse do Inventário, onde se pode observar que se mantiveram praticamente constantes ao longo do período compreendido entre 1990 e 2010.

O energético que mais contribui para tais emissões é a lenha com uma participação de 77,6%, em 1990, e 71,8% em 2010. Em seguida têm-se as emissões da gasolina com 14,3%, em 1990, e 11,2%, em 2010. Ainda, significativamente, há as emissões provenientes do bagaço que alcançaram 9,6% em 2010, com participação de 3,2%, em 1990. Todos os demais energéticos juntos foram responsáveis apenas por 4,9%, em 1990, e 7,4%, em 2010.

Na Tabela 15 estão indicadas as emissões de metano por subsetor para o período do Inventário (1990 a 2010). Observa-se a grande relevância do Subsetor Residencial com participação de 69,9%, em 1990, e de 64,7%, em 2010, e, em menor magnitude, do Subsetor de Transportes, modal Rodoviário, com 15,9% e 14,8%, respectivamente, em 1990 e 2010.

Tabela 14 - Emissões de CH₄, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| | Gg CH ₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lenha | 353,3 | 348,2 | 344,7 | 305,1 | 297,1 | 271,3 | 265,3 | 267,6 | 272,1 | 280,6 | 286,6 | 296,7 | 329,9 | 345,1 | 352,5 | 359,2 | 361,1 | 344,5 | 342,0 | 328,9 | 321,7 | |
| Gasolina Automotiva | 65,0 | 68,5 | 69,0 | 69,0 | 72,5 | 77,8 | 83,2 | 84,2 | 80,4 | 73,8 | 67,3 | 64,3 | 63,1 | 64,0 | 63,5 | 61,4 | 54,2 | 51,9 | 50,9 | 46,1 | 50,3 | |
| Bagaço | 14,7 | 15,7 | 16,6 | 16,2 | 18,9 | 18,7 | 19,7 | 21,9 | 22,0 | 22,1 | 17,7 | 20,9 | 23,3 | 26,0 | 27,2 | 28,5 | 32,4 | 36,0 | 38,6 | 39,1 | 42,9 | |
| Óleo Diesel | 4,8 | 5,0 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,5 | 5,7 | 5,9 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,7 | 6,8 | 6,7 | 7,1 | 7,0 | 7,1 | 7,4 | 8,0 | 7,8 | 8,8 | |
| Gás Natural Seco | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,9 | 3,0 | 4,5 | 5,6 | 6,8 | 7,9 | 8,9 | 9,5 | 9,7 | 8,2 | 8,6 | |
| Carvão Vegetal | 11,9 | 10,7 | 9,6 | 9,2 | 9,3 | 8,5 | 8,6 | 7,5 | 7,0 | 6,8 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 8,7 | 9,2 | 9,1 | 9,0 | 9,0 | 9,4 | 8,4 | 7,7 | |
| Álcool Hidratado | 3,0 | 3,0 | 2,7 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,6 | 2,3 | 3,1 | 3,2 | 3,0 | |
| Biomassa (out. prim.) | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,5 | |
| Óleo Combustível | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | |
| Lixívia | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | |
| Coque de Petróleo | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | |
| Gás Natural Úmido | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | |
| GLP | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | |
| Outros Energ. de Petróleo | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | |
| Gás de Refinaria | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | |
| Carvões sub-Betuminosos | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | |
| Gás de Coqueria | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | |
| Carvões Coqueificáveis | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | |
| Coque de Carvão Mineral | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | - | 0,0 | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | |
| Alcatrão | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 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 | 0,0 | |
| Lignito | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 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 | |
| Outras Primárias Fósseis | 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 | 0,0 | |
| Querosene de Aviação | 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 | 0,0 | |
| Querosene Iluminante | 0,1 | 0,1 | 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 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Gasolina de Aviação | 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 | 0,0 | |
| Outros Carvões Betuminosos | - | - | 0,0 | - | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Biogás (out. prim.) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Gás Canalizado | 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 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 455,2 | 453,9 | 450,5 | 410,5 | 408,9 | 387,9 | 388,9 | 393,5 | 394,2 | 396,4 | 392,9 | 403,9 | 440,2 | 460,9 | 471,4 | 478,7 | 478,6 | 465,4 | 466,7 | 446,4 | 448,2 | |

Tabela 15 - Emissões de CH₄, por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg CH ₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrais Elétr. Serv. Públ. | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 1,1 | 0,6 | 1,2 |
| Centrais Elétr. Autoprod. | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,3 | 4,0 | 5,9 |
| Carvoarias | 16,1 | 14,1 | 12,9 | 13,6 | 13,8 | 12,7 | 11,2 | 10,8 | 9,8 | 10,7 | 11,7 | 10,8 | 11,4 | 13,3 | 15,5 | 15,3 | 14,9 | 15,2 | 15,1 | 9,8 | 10,8 |
| Setor Energético | 8,7 | 9,7 | 9,2 | 8,8 | 9,7 | 9,3 | 9,9 | 11,1 | 9,7 | 8,8 | 7,3 | 7,7 | 8,4 | 9,7 | 9,8 | 10,6 | 11,7 | 13,8 | 17,2 | 15,9 | 16,6 |
| Residencial | 318,4 | 316,8 | 316,9 | 277,4 | 269,4 | 243,7 | 238,6 | 241,5 | 247,2 | 255,3 | 261,5 | 272,8 | 304,9 | 316,7 | 321,1 | 327,6 | 329,0 | 311,1 | 307,1 | 300,8 | 290,1 |
| Comercial | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,4 | 3,3 | 3,1 | 3,0 | 2,7 | 3,2 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,8 |
| Público | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 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 | 0,0 |
| Agropecuário | 19,3 | 17,7 | 15,1 | 13,7 | 13,5 | 13,8 | 13,7 | 13,6 | 13,0 | 12,6 | 12,0 | 12,0 | 13,2 | 14,6 | 15,6 | 15,9 | 16,4 | 17,2 | 18,6 | 17,6 | 18,5 |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 72,2 | 75,9 | 76,0 | 76,2 | 79,9 | 85,4 | 90,9 | 91,8 | 88,3 | 81,5 | 75,2 | 72,7 | 72,8 | 74,2 | 74,9 | 74,0 | 68,1 | 67,6 | 67,4 | 61,8 | 66,3 |
| Transporte Ferroviário | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Transporte 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 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Transporte Hidroviário | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Industrial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 3,1 | 2,3 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 3,3 | 2,3 | 2,0 | 2,0 | 2,3 | 2,1 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 2,4 | 2,6 | 2,3 | 2,6 | 0,9 | 1,2 |
| Ferro-gusa e Aço | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| Ferroligas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Mineração e Pelotização | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 |
| Não-Ferrosos | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Química | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,7 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,5 |
| Alimentos e Bebidas | 6,8 | 6,8 | 8,1 | 8,1 | 9,9 | 10,1 | 10,4 | 11,3 | 12,8 | 13,7 | 11,1 | 13,6 | 15,2 | 16,2 | 17,3 | 17,7 | 20,4 | 21,6 | 20,7 | 21,7 | 23,2 |
| Têxteis | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Papel e Celulose | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,5 |
| Cerâmica | 2,2 | 2,1 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,0 |
| Outras Indústrias | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 |
| Total | 455,2 | 453,9 | 450,5 | 410,5 | 408,9 | 387,9 | 388,9 | 393,5 | 394,2 | 396,4 | 392,9 | 403,9 | 440,2 | 460,9 | 471,4 | 478,7 | 478,6 | 465,4 | 466,7 | 446,4 | 448,2 |

A avaliação das emissões por tecnologia mostra que aquecimento direto é responsável por 73,5% das emissões de CH₄ em 2010, embora tenha havido um decréscimo de 9,7% entre 1990 e 2010. A Tabela 16 apresenta um os valores por tipo de destinação final, onde também se observa o crescimento de 117,2% das emissões de calor de processo no período.

Tabela 16 - Emissões de CH₄, por tecnologia

| Tecnologia | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg CH ₄ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Força Motriz | 73,0 | 76,7 | 76,8 | 77,0 | 80,7 | 86,4 | 92,0 | 93,0 | 89,7 | 83,2 | 77,0 | 74,7 | 75,0 | 76,7 | 77,8 | 77,0 | 71,1 | 70,6 | 70,7 | 64,9 | 69,7 |
| Calor de Processo | 17,7 | 18,8 | 19,8 | 19,5 | 22,1 | 22,0 | 23,0 | 25,3 | 25,4 | 25,7 | 21,6 | 24,9 | 27,5 | 30,3 | 31,8 | 33,3 | 37,2 | 41,0 | 44,4 | 44,2 | 49,2 |
| Aquecimento Direto | 364,5 | 358,3 | 353,9 | 313,9 | 306,0 | 279,5 | 273,9 | 275,2 | 279,0 | 287,6 | 294,3 | 304,3 | 337,7 | 353,9 | 361,8 | 368,4 | 370,3 | 353,7 | 351,6 | 337,3 | 329,3 |
| Refrigeração e Ar Condicionado | - | - | - | - | 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 |
| Iluminação | 0,1 | 0,1 | 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 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Eletroquímica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros Usos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 455,2 | 453,9 | 450,5 | 410,5 | 408,9 | 387,9 | 388,9 | 393,5 | 394,2 | 396,4 | 392,9 | 403,9 | 440,2 | 460,9 | 471,4 | 478,7 | 478,6 | 465,4 | 466,7 | 446,4 | 448,2 |

5.2 Emissões de N₂O

As emissões de N₂O cresceram 126,3% no período de 1990 a 2010, senado que as da gasolina aumentaram 1310,0%. Em 2010, as emissões da gasolina são responsáveis por 29,7% do total, tendo ultrapassado as emissões da lenha que eram preponderantes em 1990 e que, em 2010, alcançam 20,7%. Outras fontes relevantes são o óleo diesel e o bagaço que alcançam, respectivamente, 19,3 e 18,0% em 2010. Todos os demais energéticos juntos emitem 12, 3%. A Tabela 17 apresenta a evolução das emissões de N₂O, por energético.

As emissões de N₂O por subsetor podem ser visualizadas na Tabela 18, que indica uma predominância das emissões do Subsetor de Transportes, particularmente do modal rodoviário que, em 2010, participa com 47,2% do total de emissões, contra 21,0%, em 1990, tendo sofrido um aumento de 333,0% no período. No Subsetor Industrial, o segmento de Alimentos e Bebidas é aquele com maior participação no total das emissões de 2010, contribuindo com 11,1%, sendo o segundo maior emissor em 2010.

Tabela 17 - Emissões de N₂O, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|--------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | Gg N ₂ O | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gasolina Automotiva | 0,67 | 0,73 | 0,76 | 0,80 | 1,11 | 1,79 | 2,70 | 3,65 | 4,35 | 4,63 | 4,78 | 5,10 | 5,44 | 5,82 | 6,15 | 6,45 | 6,20 | 6,68 | 7,21 | 7,61 | 9,42 | |
| Lenha | 6,97 | 6,65 | 6,36 | 6,12 | 6,10 | 5,69 | 5,42 | 5,37 | 5,37 | 5,55 | 5,74 | 5,68 | 6,05 | 6,52 | 6,94 | 7,03 | 7,08 | 7,01 | 7,14 | 6,32 | 6,56 | |
| Óleo Diesel | 3,28 | 3,38 | 3,43 | 3,52 | 3,46 | 3,66 | 3,73 | 3,80 | 3,96 | 4,03 | 4,15 | 4,35 | 4,46 | 4,48 | 4,70 | 4,68 | 4,72 | 4,98 | 5,36 | 5,30 | 6,12 | |
| Bagaço | 1,95 | 2,10 | 2,21 | 2,16 | 2,52 | 2,49 | 2,63 | 2,93 | 2,93 | 2,94 | 2,37 | 2,78 | 3,11 | 3,47 | 3,63 | 3,80 | 4,32 | 4,80 | 5,15 | 5,21 | 5,72 | |
| Gás Natural Seco | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,24 | 0,40 | 0,61 | 0,75 | 0,93 | 1,07 | 1,20 | 1,28 | 1,35 | 1,08 | 1,22 | |
| Álcool Hidratado | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,25 | 0,47 | 0,62 | 0,67 | |
| Lixívia | 0,09 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,26 | 0,27 | 0,29 | 0,31 | 0,33 | 0,36 | 0,38 | 0,41 | |
| GLP | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,38 | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,38 | 0,40 | |
| Querosene de Aviação | 0,11 | 0,12 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,26 | |
| Biomassa (out. prim.) | 0,06 | 0,06 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,20 | |
| Óleo Combustível | 0,23 | 0,21 | 0,23 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,27 | 0,24 | 0,23 | 0,21 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,19 | 0,17 | |
| Gás de Refinaria | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | |
| Coque de Petróleo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | |
| Gás Natural Úmido | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | |
| Carvões Sub-Betuminosos | 0,06 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,07 | |
| Carvão Vegetal | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,06 | 0,06 | |
| Out. Energ. de Petróleo | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | |
| Gás de Coqueria | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | |
| Carvões Coqueificáveis | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | |
| Lignito | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | |
| Coque de Carvão Mineral | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | - | 0,00 | - | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | |
| Alcatrão | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | |
| Gasolina de Aviação | 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 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Outras Primárias Fósseis | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 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 | |
| Out. Carvões Betuminosos | - | - | 0,00 | - | 0,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 |
| Querosene Iluminante | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Biogás (out. prim.) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás Canalizado | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 14,02 | 14,03 | 13,94 | 13,84 | 14,46 | 14,97 | 15,92 | 17,23 | 18,15 | 18,83 | 18,85 | 19,92 | 21,25 | 22,62 | 24,00 | 24,76 | 25,37 | 26,85 | 28,58 | 28,01 | 31,73 | |

Tabela 18 - Emissões de N₂O, por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg N ₂ O | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Ampla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrais Elétr. Serv. Públ. | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,14 | 0,14 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,19 | 0,31 | 0,16 | 0,32 |
| Centrais Elétr. Autoprod. | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,20 | 0,22 | 0,23 | 0,26 | 0,24 | 0,29 | 0,31 | 0,35 | 0,37 | 0,41 | 0,41 | 0,48 | 0,57 | 0,63 | 0,93 |
| Carvoarias | 2,14 | 1,88 | 1,72 | 1,81 | 1,84 | 1,69 | 1,50 | 1,44 | 1,31 | 1,42 | 1,56 | 1,45 | 1,51 | 1,78 | 2,06 | 2,04 | 1,99 | 2,03 | 2,02 | 1,31 | 1,45 |
| Setor Energético | 1,22 | 1,35 | 1,28 | 1,24 | 1,36 | 1,30 | 1,39 | 1,56 | 1,38 | 1,25 | 1,06 | 1,12 | 1,22 | 1,39 | 1,41 | 1,52 | 1,68 | 1,95 | 2,40 | 2,23 | 2,32 |
| Residencial | 3,29 | 3,28 | 3,29 | 2,92 | 2,85 | 2,62 | 2,59 | 2,63 | 2,69 | 2,78 | 2,85 | 2,97 | 3,28 | 3,37 | 3,42 | 3,48 | 3,49 | 3,33 | 3,30 | 3,24 | 3,15 |
| Comercial | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| Público | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Agropecuário | 0,86 | 0,88 | 0,87 | 0,92 | 0,93 | 0,98 | 1,00 | 1,02 | 0,98 | 0,99 | 0,96 | 1,01 | 1,04 | 1,09 | 1,11 | 1,12 | 1,14 | 1,21 | 1,32 | 1,27 | 1,33 |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 2,94 | 3,08 | 3,11 | 3,20 | 3,59 | 4,41 | 5,39 | 6,47 | 7,33 | 7,65 | 7,94 | 8,41 | 9,04 | 9,44 | 10,09 | 10,53 | 10,53 | 11,41 | 12,35 | 12,73 | 14,98 |
| Transporte Ferroviário | 0,61 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,48 | 0,51 | 0,47 | 0,38 | 0,41 | 0,41 | 0,48 | 0,55 | 0,54 | 0,66 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,70 | 0,75 | 0,76 | 1,10 |
| Transporte Aéreo | 0,11 | 0,13 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,23 | 0,27 |
| Transporte Hidroviário | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,12 |
| Industrial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 0,12 | 0,12 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,09 | 0,13 |
| Ferro-gusa e aço | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Ferroligas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Mineração e Pelotização | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,07 |
| Não-ferrosos | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Química | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| Alimentos e Bebidas | 1,31 | 1,32 | 1,45 | 1,45 | 1,69 | 1,70 | 1,74 | 1,85 | 2,05 | 2,18 | 1,84 | 2,15 | 2,35 | 2,48 | 2,64 | 2,69 | 3,06 | 3,23 | 3,13 | 3,27 | 3,52 |
| Têxteis | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Papel e Celulose | 0,39 | 0,38 | 0,43 | 0,45 | 0,49 | 0,49 | 0,46 | 0,46 | 0,55 | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,62 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,82 | 0,86 | 0,91 | 0,96 | 1,03 |
| Cerâmica | 0,29 | 0,27 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | 0,29 | 0,28 | 0,28 | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,38 | 0,41 |
| Outras Indústrias | 0,19 | 0,19 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,18 | 0,18 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,25 | 0,28 |
| Total | 14,02 | 14,03 | 13,94 | 13,84 | 14,46 | 14,97 | 15,92 | 17,23 | 18,15 | 18,83 | 18,85 | 19,92 | 21,25 | 22,62 | 24,00 | 24,76 | 25,37 | 26,85 | 28,58 | 28,01 | 31,73 |

As emissões de N₂O, quando analisadas por tecnologia, são mais importantes em força motriz, como pode ser observado na Tabela 19.

Tabela 19 - Emissões de N₂O, por tecnologia

| Tecnologia | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Gg N ₂ O | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Força Motriz | 4,19 | 4,36 | 4,42 | 4,58 | 4,84 | 5,73 | 6,72 | 7,73 | 8,63 | 9,00 | 9,32 | 9,94 | 10,55 | 11,06 | 11,73 | 12,18 | 12,18 | 13,17 | 14,26 | 14,64 | 17,33 |
| Calor de Processo | 3,46 | 3,62 | 3,72 | 3,73 | 4,13 | 4,12 | 4,26 | 4,58 | 4,69 | 4,79 | 4,30 | 4,77 | 5,13 | 5,58 | 5,92 | 6,15 | 6,77 | 7,32 | 7,93 | 7,84 | 8,74 |
| Aquecimento Direto | 6,36 | 6,05 | 5,81 | 5,53 | 5,49 | 5,12 | 4,94 | 4,91 | 4,83 | 5,04 | 5,23 | 5,21 | 5,58 | 5,98 | 6,35 | 6,43 | 6,42 | 6,36 | 6,39 | 5,53 | 5,66 |
| Refrigeração e Ar Condicionado | - | - | - | - | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Iluminação | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Eletroquímica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros Usos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 14,02 | 14,03 | 13,94 | 13,84 | 14,46 | 14,97 | 15,92 | 17,23 | 18,15 | 18,83 | 18,85 | 19,92 | 21,25 | 22,62 | 24,00 | 24,76 | 25,37 | 26,85 | 28,58 | 28,01 | 31,73 |

5.3 Emissões de CO

As emissões de monóxido de carbono ocorrem devido à combustão imperfeita nos equipamentos. Sua emissão revela ainda, em muitos casos, a ineficiência do uso dos combustíveis. É um composto químico nocivo à saúde, sendo um problema ambiental nos grandes conglomerados urbanos.

Na Tabela 20, estão indicadas, para o período do Inventário, as emissões de CO por combustível, que foram reduzidas em 198,8%. O combustível mais emissor em 2010 é a lenha que participa com 33,9% do total. Em 1990, a lenha emitiu 30,3%, ocupando à época o segundo lugar, cabendo à gasolina o primeiro, responsável por emissões de 47,2%. Em 2010, a gasolina emite 29,6% apesar do grande aumento do consumo no período, revelando uma melhoria no desempenho ambiental da frota. O mesmo ocorre com álcool hidratado, cujas emissões de CO estão reduzidas em 68,8%, em 2010, comparativamente a 1990.

Na Tabela 21 estão indicadas as emissões de CO por subsetor. O Subsetor de Transporte, particularmente o modal rodoviário responde, em 2010, por 37,4% das emissões totais, sendo seguido pelo Subsetor Residencial com 17,0%. É interessante notar que no período de 1990 a 2010 as emissões de CO do Subsetor de Industrial, particularmente do segmento de Papel e Celulose, passam de 2,7%, em 1990, para 12,2%, em 2010, do total, tendo crescido 269,0% no período. O subsetor onde as emissões de CO são relevantes são as carvoarias que contribuem com 9,4%, em 2010

Tabela 20 - Emissões de CO, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| | Gg CO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lenha | 2.910,5 | 2.758,4 | 2.634,2 | 2.527,3 | 2.520,6 | 2.332,0 | 2.214,1 | 2.195,1 | 2.179,6 | 2.272,3 | 2.367,6 | 2.342,6 | 2.501,1 | 2.707,6 | 2.894,4 | 2.924,3 | 2.923,3 | 2.891,2 | 2.911,1 | 2.524,3 | 2.605,1 | |
| Gasolina Automotiva | 4.527,9 | 4.748,0 | 4.761,6 | 4.768,8 | 4.962,9 | 5.174,8 | 5.365,8 | 5.120,9 | 4.936,9 | 4.437,2 | 3.967,9 | 3.702,3 | 3.810,6 | 3.459,3 | 3.295,5 | 3.115,7 | 2.672,8 | 2.484,4 | 2.361,7 | 2.105,6 | 2.278,6 | |
| Bagaço | 328,2 | 364,9 | 350,7 | 339,0 | 377,1 | 366,0 | 399,9 | 447,8 | 406,4 | 382,9 | 314,0 | 349,0 | 387,0 | 452,6 | 461,7 | 496,7 | 546,7 | 641,5 | 763,4 | 766,9 | 892,4 | |
| Lixívia | 182,4 | 201,3 | 240,8 | 281,6 | 296,1 | 281,8 | 313,8 | 326,7 | 347,4 | 377,1 | 384,6 | 382,8 | 427,8 | 498,9 | 527,0 | 560,2 | 603,2 | 644,2 | 683,6 | 726,7 | 789,7 | |
| Alcool Hidratado | 1.200,3 | 1.193,1 | 1.068,1 | 1.040,5 | 1.035,4 | 1.043,0 | 1.031,1 | 873,5 | 809,8 | 736,9 | 565,8 | 439,2 | 442,6 | 373,4 | 443,2 | 432,3 | 429,7 | 450,3 | 429,9 | 385,7 | 375,0 | |
| Óleo Diesel | 178,1 | 186,1 | 191,5 | 197,3 | 203,7 | 216,6 | 225,6 | 237,4 | 247,5 | 254,9 | 257,2 | 268,1 | 270,5 | 267,2 | 281,0 | 275,8 | 271,0 | 278,8 | 293,3 | 279,7 | 310,3 | |
| Coque de Petróleo | 0,9 | 1,1 | 0,4 | - | 2,5 | 5,5 | 6,2 | 7,5 | 26,8 | 74,5 | 99,2 | 112,0 | 101,4 | 93,2 | 95,6 | 107,6 | 115,3 | 136,1 | 147,1 | 154,4 | 175,9 | |
| Carvão Vegetal | 183,9 | 162,4 | 142,2 | 137,7 | 139,6 | 128,9 | 133,4 | 112,5 | 102,8 | 99,1 | 110,6 | 108,0 | 110,2 | 130,1 | 137,9 | 134,5 | 134,2 | 130,5 | 137,3 | 113,9 | 103,5 | |
| Gás Natural Seco | 2,9 | 3,2 | 3,7 | 3,2 | 6,0 | 6,1 | 6,8 | 5,9 | 9,9 | 10,6 | 14,2 | 19,4 | 24,6 | 28,0 | 33,9 | 37,9 | 39,4 | 40,5 | 46,9 | 37,4 | 46,2 | |
| Gasolina de Aviação | 30,4 | 28,0 | 24,2 | 27,1 | 32,4 | 30,2 | 32,0 | 36,2 | 38,9 | 36,2 | 36,4 | 33,9 | 30,3 | 28,2 | 29,2 | 26,3 | 25,0 | 26,2 | 29,1 | 29,9 | 33,3 | |
| Biomassa (out. prim.) | 9,1 | 9,2 | 14,6 | 16,0 | 13,3 | 12,8 | 12,0 | 12,9 | 13,4 | 15,7 | 17,0 | 21,2 | 22,4 | 23,5 | 23,0 | 28,3 | 23,3 | 30,1 | 28,2 | 27,8 | 29,9 | |
| Óleo Combustível | 13,8 | 12,4 | 13,2 | 14,9 | 16,1 | 17,5 | 20,5 | 21,0 | 22,0 | 20,9 | 18,9 | 19,2 | 19,1 | 19,7 | 19,0 | 20,0 | 19,4 | 20,7 | 20,8 | 20,0 | 16,1 | |
| Gás Natural Úmido | 1,8 | 1,3 | 1,4 | 2,8 | 0,2 | 0,7 | 1,6 | 3,5 | 0,5 | 1,9 | 3,0 | 3,4 | 5,0 | 5,2 | 5,7 | 6,1 | 8,0 | 9,7 | 11,1 | 11,5 | 8,6 | |
| Out. Energéticos de Petróleo | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 4,9 | 5,7 | 5,6 | 5,7 | 5,5 | 5,7 | 5,6 | 5,7 | 6,6 | 5,3 | 5,7 | 5,9 | |
| Gás de Refinaria | 3,0 | 3,6 | 4,1 | 4,6 | 4,7 | 4,2 | 4,9 | 5,1 | 4,9 | 4,4 | 4,6 | 4,8 | 4,6 | 4,3 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,5 | 5,3 | 5,3 | |
| Querosene de Aviação | 2,6 | 2,9 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 3,2 | 3,6 | 3,7 | 3,9 | 4,2 | 4,3 | 3,8 | 4,0 | 4,4 | 4,3 | 4,2 | 3,7 | 4,4 | 5,2 | |
| GLP | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,7 | 4,1 | 4,6 | 5,0 | 5,2 | 5,7 | 5,0 | 4,6 | 4,6 | 4,7 | 4,6 | 5,1 | 5,3 | 5,2 | 5,1 | 5,0 | |
| Coque de Carvão Mineral | 3,8 | 4,4 | 4,3 | 4,1 | 5,4 | - | 0,8 | 0,3 | 2,1 | 1,9 | 0,0 | - | - | 1,2 | - | 4,8 | 5,2 | 5,5 | 5,7 | 4,3 | 4,0 | |
| Carvões sub-Betuminosos | 4,1 | 5,8 | 3,3 | 2,7 | 2,8 | 2,5 | 2,1 | 1,4 | 1,1 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,2 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,3 | 2,6 | |
| Gás de Coqueria | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 2,0 | 2,3 | |
| Lignito | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | |
| Alcatrão | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | |
| Carvões Coqueificáveis | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| Outros Carvões Betuminosos | - | - | 0,0 | - | 0,3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,1 | 0,1 |
| Outras Fontes Primárias Fósseis | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | |
| Querosene Iluminante | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Gás Canalizado | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Biogás (out. prim.) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 9.592,7 | 9.695,4 | 9.470,4 | 9.380,2 | 9.631,9 | 9.636,4 | 9.784,4 | 9.423,1 | 9.165,9 | 8.745,3 | 8.181,0 | 7.825,7 | 8.176,3 | 8.110,6 | 8.270,4 | 8.194,3 | 7.841,1 | 7.815,7 | 7.893,6 | 7.213,0 | 7.695,8 | |

Tabela 21 - Emissões de CO por subsetor

| Setor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrais Elétr. Serv. Públ. | 3,1 | 3,3 | 4,1 | 3,6 | 3,9 | 5,4 | 5,1 | 6,7 | 8,1 | 11,1 | 9,1 | 11,0 | 10,5 | 11,8 | 15,2 | 15,2 | 13,4 | 11,6 | 19,2 | 11,3 | 19,7 |
| Centrais Elétr. Autoprod. | 30,0 | 32,2 | 35,6 | 37,3 | 39,1 | 42,2 | 57,6 | 63,1 | 65,6 | 72,2 | 63,0 | 81,2 | 90,2 | 110,2 | 113,5 | 126,8 | 123,8 | 151,3 | 159,4 | 205,8 | 303,0 |
| Carvoarias | 1.070,6 | 938,9 | 862,0 | 907,3 | 918,5 | 845,4 | 749,4 | 720,8 | 656,4 | 711,3 | 777,7 | 722,6 | 756,8 | 889,8 | 1.030,6 | 1.019,3 | 994,4 | 1.016,3 | 1.009,6 | 653,6 | 723,2 |
| Setor Energético | 294,3 | 328,7 | 313,1 | 301,9 | 331,0 | 315,5 | 336,8 | 380,8 | 335,0 | 304,3 | 254,5 | 268,5 | 291,0 | 335,6 | 339,5 | 366,8 | 404,6 | 474,1 | 590,2 | 547,3 | 572,0 |
| Residencial | 1.443,2 | 1.433,6 | 1.427,2 | 1.254,8 | 1.218,4 | 1.098,7 | 1.072,1 | 1.084,7 | 1.107,6 | 1.142,1 | 1.172,3 | 1.221,8 | 1.361,6 | 1.418,9 | 1.439,1 | 1.468,4 | 1.472,8 | 1.397,7 | 1.382,2 | 1.361,6 | 1.306,7 |
| Comercial | 4,5 | 4,3 | 4,3 | 4,1 | 4,0 | 3,9 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 4,0 | 3,9 | 3,8 | 3,6 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,6 |
| Público | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,2 |
| Agropecuário | 85,5 | 85,7 | 82,2 | 85,0 | 86,3 | 89,9 | 91,7 | 93,1 | 89,9 | 90,4 | 86,9 | 91,4 | 94,3 | 99,5 | 102,2 | 103,0 | 105,3 | 111,2 | 121,9 | 117,0 | 122,5 |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 5.856,4 | 6.074,7 | 5.965,7 | 5.949,0 | 6.144,5 | 6.373,4 | 6.559,5 | 6.166,6 | 5.928,4 | 5.358,1 | 4.724,6 | 4.339,0 | 4.460,7 | 4.035,0 | 3.955,1 | 3.761,8 | 3.315,5 | 3.153,5 | 3.014,6 | 2.701,5 | 2.875,0 |
| Transporte Ferroviário | 5,4 | 5,4 | 5,6 | 5,7 | 4,2 | 4,5 | 4,2 | 3,4 | 3,6 | 3,7 | 4,3 | 4,8 | 4,8 | 5,8 | 5,9 | 6,0 | 5,9 | 6,2 | 6,6 | 6,7 | 9,7 |
| Transporte Aéreo | 33,0 | 31,0 | 26,6 | 29,7 | 35,2 | 33,1 | 34,8 | 39,5 | 42,5 | 40,0 | 40,3 | 38,1 | 34,7 | 32,0 | 33,4 | 31,0 | 29,3 | 30,4 | 33,0 | 34,3 | 38,5 |
| Transporte Hidroviário | 8,1 | 7,8 | 8,2 | 9,3 | 8,4 | 8,3 | 10,3 | 7,5 | 8,1 | 8,3 | 7,0 | 7,8 | 7,9 | 7,2 | 8,3 | 8,5 | 8,2 | 10,2 | 11,0 | 10,3 | 10,5 |
| Industrial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 63,8 | 49,3 | 38,7 | 41,5 | 46,9 | 51,4 | 65,9 | 47,1 | 56,3 | 91,5 | 114,2 | 123,1 | 118,7 | 110,1 | 115,6 | 118,6 | 127,6 | 132,0 | 147,2 | 118,4 | 140,3 |
| Ferro-gusa e Aço | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 2,9 | 2,9 | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,7 | 2,9 | 3,7 |
| Ferroligas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,1 | 0,0 | 1,6 | 3,2 | 3,3 | 4,2 | 5,0 | 4,2 | 5,4 | 6,5 | 7,6 | 7,7 | 7,8 | 8,4 | 8,6 | 6,6 | 7,7 |
| Mineração e Pelotização | 10,4 | 10,6 | 10,4 | 5,6 | 7,1 | 1,3 | 2,1 | 2,8 | 3,0 | 6,0 | 7,1 | 7,1 | 6,0 | 7,9 | 11,2 | 17,0 | 17,7 | 22,4 | 22,8 | 20,7 | 25,5 |
| Não-Ferrosos | 3,5 | 2,6 | 3,2 | 3,4 | 3,4 | 4,0 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 2,1 |
| Química | 29,5 | 28,4 | 23,8 | 25,0 | 27,5 | 25,1 | 20,4 | 18,6 | 17,9 | 20,2 | 20,4 | 18,5 | 17,8 | 20,3 | 20,9 | 21,5 | 22,1 | 23,2 | 21,9 | 21,6 | 22,5 |
| Alimentos e Bebidas | 182,3 | 185,7 | 170,6 | 172,0 | 178,1 | 175,8 | 179,7 | 179,3 | 186,7 | 191,9 | 187,5 | 189,8 | 191,8 | 192,5 | 200,3 | 204,8 | 214,8 | 223,8 | 230,5 | 236,8 | 260,9 |
| Têxteis | 13,9 | 13,3 | 8,8 | 9,2 | 9,3 | 9,1 | 9,6 | 8,9 | 8,7 | 8,1 | 7,3 | 7,2 | 7,0 | 8,1 | 8,4 | 8,5 | 8,5 | 8,7 | 8,6 | 8,0 | 8,3 |
| Papel e Celulose | 254,4 | 267,1 | 313,8 | 355,8 | 381,4 | 369,1 | 387,7 | 396,4 | 442,6 | 470,9 | 483,5 | 481,3 | 522,6 | 601,4 | 635,9 | 673,1 | 725,2 | 771,4 | 818,1 | 868,2 | 938,9 |
| Cerâmica | 134,9 | 128,2 | 116,7 | 126,2 | 128,5 | 121,3 | 133,5 | 137,6 | 138,4 | 140,4 | 140,8 | 135,7 | 129,3 | 133,3 | 139,9 | 149,0 | 153,6 | 167,8 | 188,1 | 184,9 | 202,1 |
| Outras Indústrias | 62,9 | 61,6 | 46,8 | 49,5 | 52,3 | 54,8 | 53,8 | 54,5 | 55,6 | 61,9 | 66,7 | 64,1 | 56,5 | 75,4 | 78,5 | 78,0 | 80,7 | 85,1 | 89,7 | 89,2 | 98,3 |
| Total | 9.592,8 | 9.695,4 | 9.470,4 | 9.380,2 | 9.631,9 | 9.636,5 | 9.784,5 | 9.423,2 | 9.165,9 | 8.745,4 | 8.181,1 | 7.825,7 | 8.176,3 | 8.110,6 | 8.270,7 | 8.194,6 | 7.841,1 | 7.815,7 | 7.893,7 | 7.213,0 | 7.695,9 |

Ao analisar as emissões por tecnologia percebe-se uma concentração das emissões de força motriz, condizente com a grande participação do Subsetor de Transportes na emissão deste gás. A Tabela 22 mostra os valores.

Tabela 22 - Emissões de CO, por tecnologia

| Tecnologia | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg CO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Força Motriz | 5.944,8 | 6.163,2 | 6.053,3 | 6.043,3 | 6.245,1 | 6.476,7 | 6.669,1 | 6.283,6 | 6.051,2 | 5.483,4 | 4.845,7 | 4.464,9 | 4.579,2 | 4.157,0 | 4.080,0 | 3.884,9 | 3.435,3 | 3.279,0 | 3.152,2 | 2.836,9 | 3.030,0 |
| Calor de Processo | 806,6 | 858,9 | 867,0 | 905,6 | 967,4 | 938,5 | 988,7 | 1.043,1 | 1.045,0 | 1.055,5 | 999,8 | 1.029,9 | 1.106,0 | 1.254,9 | 1.310,2 | 1.389,3 | 1.487,7 | 1.640,0 | 1.820,9 | 1.867,0 | 2.092,0 |
| Aquecimento Direto | 2.841,1 | 2.673,0 | 2.549,9 | 2.431,0 | 2.419,2 | 2.221,1 | 2.126,5 | 2.096,4 | 2.069,6 | 2.206,4 | 2.335,5 | 2.330,8 | 2.491,0 | 2.698,7 | 2.880,4 | 2.920,4 | 2.918,0 | 2.896,7 | 2.920,6 | 2.509,1 | 2.573,9 |
| Refrigeração e Ar Condicionado | - | - | - | - | 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 |
| Iluminação | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Eletroquímica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros Usos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 9.592,8 | 9.695,4 | 9.470,4 | 9.380,2 | 9.631,9 | 9.636,5 | 9.784,5 | 9.423,2 | 9.165,9 | 8.745,4 | 8.181,1 | 7.825,7 | 8.176,3 | 8.110,6 | 8.270,7 | 8.194,6 | 7.841,1 | 7.815,7 | 7.893,7 | 7.213,0 | 7.695,9 |

5.4 Emissões de NOx

As emissões de NOx por combustível estão listadas na Tabela 23 e estão mais diretamente relacionadas aos combustíveis fósseis por envolverem altas temperaturas de queima (91,4% de participação nas emissões totais, em 2010). Nota-se a predominância das emissões de óleo diesel que contribui com 59,4%, em 2010, seguido de longe pela gasolina com 6,3% no mesmo ano. Em 1990, ambos participaram com 56,8% e 11,4%, respectivamente.

As emissões de NOx são um fator importante de poluição causando uma série de efeitos negativos à saúde, inclusive contribuindo para a formação de chuva ácida.

A Tabela 24 mostra as emissões de NOx por subsetor, constatando-se a predominância do Subetor de Transportes, modal rodoviário (50,3% de participação no total de emissões em 2010), condizente com a expressiva participação do óleo diesel e da gasolina nas emissões de NOx.

Tabela 23 - Emissões de NOx (Gg/ano) por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| | Gg NOx | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Óleo Diesel | 930,6 | 970,3 | 996,9 | 1.021,6 | 1.055,5 | 1.125,8 | 1.171,2 | 1.234,6 | 1.304,6 | 1.352,1 | 1.351,5 | 1.384,1 | 1.384,4 | 1.348,2 | 1.404,4 | 1.365,8 | 1.342,9 | 1.380,9 | 1.454,2 | 1.383,0 | 1.523,7 | |
| Gasolina Automotiva | 186,4 | 204,8 | 212,6 | 220,0 | 239,9 | 264,4 | 289,4 | 275,9 | 285,5 | 260,4 | 234,8 | 218,3 | 206,0 | 199,8 | 193,5 | 194,3 | 170,7 | 162,4 | 155,3 | 142,3 | 161,1 | |
| Gás Natural Seco | 14,8 | 19,6 | 18,6 | 7,7 | 38,8 | 32,5 | 32,4 | 17,2 | 63,4 | 58,9 | 80,2 | 91,5 | 84,6 | 94,9 | 110,4 | 122,3 | 109,6 | 101,7 | 145,8 | 126,5 | 155,7 | |
| Óleo Combustível | 133,4 | 120,5 | 128,8 | 146,1 | 147,6 | 153,0 | 178,1 | 167,9 | 171,5 | 162,9 | 146,0 | 146,4 | 143,5 | 136,3 | 135,3 | 140,4 | 133,8 | 151,0 | 156,9 | 149,2 | 130,1 | |
| Bagaço | 44,7 | 48,3 | 50,2 | 49,0 | 56,7 | 55,9 | 58,9 | 65,7 | 64,9 | 64,5 | 51,9 | 60,5 | 67,5 | 75,4 | 78,7 | 82,5 | 93,8 | 104,6 | 113,8 | 113,9 | 123,8 | |
| Gás Natural Úmido | 20,4 | 11,7 | 16,3 | 34,2 | 2,3 | 10,0 | 21,0 | 41,4 | 1,1 | 19,2 | 26,3 | 30,3 | 61,5 | 64,2 | 67,2 | 72,1 | 97,5 | 120,7 | 137,7 | 144,4 | 84,5 | |
| Gás de Refinaria | 37,8 | 47,3 | 52,5 | 58,6 | 59,3 | 53,8 | 62,8 | 66,0 | 63,3 | 56,1 | 59,1 | 61,4 | 59,4 | 55,2 | 60,3 | 63,4 | 63,3 | 63,8 | 65,1 | 67,3 | 64,4 | |
| Lenha | 51,0 | 49,7 | 46,6 | 45,4 | 45,5 | 43,6 | 43,0 | 43,0 | 44,1 | 44,7 | 45,1 | 44,6 | 46,2 | 48,9 | 51,2 | 52,4 | 53,7 | 54,1 | 57,0 | 55,1 | 58,0 | |
| Carvões sub-Betuminosos | 22,6 | 29,4 | 26,1 | 23,5 | 22,4 | 26,1 | 29,9 | 38,2 | 34,9 | 54,0 | 53,7 | 53,3 | 34,8 | 39,6 | 43,2 | 40,9 | 49,4 | 46,4 | 52,4 | 40,7 | 52,5 | |
| Out. Energ. de Petróleo | 13,8 | 12,7 | 12,3 | 13,6 | 17,1 | 21,4 | 24,6 | 28,1 | 28,5 | 38,0 | 44,4 | 43,9 | 44,3 | 43,1 | 44,2 | 43,7 | 44,1 | 51,8 | 41,2 | 44,2 | 45,6 | |
| Coque de Petróleo | 0,6 | 0,2 | 0,1 | - | 0,8 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 5,0 | 13,8 | 18,9 | 21,3 | 18,8 | 17,3 | 17,8 | 20,0 | 21,4 | 25,3 | 27,3 | 28,7 | 32,7 | |
| Álcool Hidratado | 112,8 | 112,8 | 101,8 | 99,6 | 98,6 | 100,0 | 98,4 | 83,6 | 77,7 | 71,0 | 54,7 | 42,7 | 43,2 | 36,6 | 44,0 | 44,0 | 45,1 | 49,2 | 49,5 | 41,7 | 32,6 | |
| GLP | 14,6 | 15,3 | 16,3 | 17,1 | 18,2 | 19,9 | 22,1 | 25,7 | 28,0 | 29,6 | 32,2 | 27,9 | 25,5 | 25,7 | 26,0 | 26,2 | 28,9 | 30,0 | 29,5 | 29,1 | 28,1 | |
| Lixívia | 5,9 | 6,7 | 8,0 | 9,0 | 9,9 | 9,6 | 10,5 | 11,0 | 11,6 | 12,8 | 13,2 | 13,1 | 14,7 | 16,9 | 18,0 | 19,4 | 21,0 | 22,3 | 23,7 | 25,8 | 27,7 | |
| Lignito | 21,9 | 25,1 | 23,6 | 20,9 | 24,1 | 27,2 | 22,4 | 22,5 | 21,1 | 29,6 | 31,1 | 31,0 | 21,7 | 18,9 | 21,6 | 28,2 | 28,0 | 24,9 | 16,0 | 15,9 | 15,7 | |
| Querosene de Aviação | 3,5 | 4,0 | 3,3 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 3,7 | 4,4 | 4,9 | 5,1 | 5,4 | 5,7 | 5,9 | 5,1 | 5,4 | 5,5 | 5,7 | 6,4 | 6,5 | 7,5 | 8,6 | |
| Gás de Coqueria | 11,8 | 13,7 | 15,2 | 16,6 | 15,2 | 14,1 | 13,9 | 12,7 | 11,6 | 10,0 | 10,4 | 10,2 | 9,1 | 8,6 | 9,1 | 9,2 | 9,0 | 10,2 | 5,3 | 7,7 | 8,3 | |
| Biomassa (out. prim.) | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,9 | 2,0 | 2,4 | 2,5 | 2,8 | 2,6 | 3,0 | 3,2 | 3,7 | 3,8 | 3,5 | 4,4 | |
| Carvão Vegetal | 4,3 | 3,8 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,1 | 3,2 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 3,1 | 3,3 | 3,2 | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 2,6 | 2,5 | |
| Carvões Coqueificáveis | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 3,3 | 5,5 | 6,7 | 5,1 | 5,1 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,9 | 6,5 | 6,6 | 6,2 | 6,8 | 7,1 | 4,6 | 2,3 | |
| Alcatrão | 2,6 | 3,5 | 4,8 | 4,9 | 4,4 | 4,1 | 1,7 | 2,1 | 1,4 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 2,1 | |
| Outras Primárias Fósseis | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 2,4 | 1,0 | |
| Coque de Carvão Mineral | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | - | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,0 | - | - | 0,2 | - | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | |
| Gasolina de Aviação | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | |
| Out. Carvões Betuminosos | - | - | 0,0 | - | 0,6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,2 | 0,2 |
| Querosene Iluminante | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | |
| Biogás (out. prim.) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,2 | 0,4 | 0,0 |
| Gás Canalizado | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 1.639,7 | 1.705,6 | 1.743,7 | 1.800,6 | 1.869,9 | 1.976,9 | 2.098,0 | 2.154,8 | 2.235,4 | 2.296,4 | 2.273,4 | 2.300,6 | 2.285,2 | 2.248,9 | 2.345,7 | 2.346,5 | 2.334,3 | 2.423,7 | 2.555,8 | 2.439,1 | 2.567,0 | |

Tabela 24 - Emissões de NOx (Gg/ano) por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| | Gg NOx | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrais Elétr. Serv. Públ. | 52,2 | 59,0 | 64,5 | 56,9 | 61,2 | 79,1 | 77,5 | 97,6 | 104,2 | 150,7 | 136,4 | 140,8 | 107,3 | 119,5 | 139,3 | 143,5 | 139,4 | 125,7 | 149,2 | 116,4 | 155,2 | |
| Centrais Elétr. Autoprod. | 11,2 | 11,7 | 13,8 | 13,8 | 14,0 | 15,0 | 18,2 | 20,0 | 22,5 | 27,5 | 28,6 | 35,4 | 25,7 | 23,6 | 25,9 | 29,2 | 31,3 | 33,5 | 38,6 | 40,0 | 48,8 | |
| Carvoarias | 2,7 | 2,3 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 1,6 | 1,8 |
| Setor Energético | 148,8 | 153,3 | 164,8 | 174,9 | 178,7 | 170,4 | 191,6 | 212,6 | 212,7 | 208,5 | 228,1 | 238,3 | 247,2 | 269,9 | 282,0 | 304,6 | 317,8 | 340,2 | 393,7 | 399,4 | 371,7 | |
| Residencial | 29,2 | 29,3 | 29,6 | 27,8 | 27,4 | 26,3 | 26,5 | 26,8 | 27,2 | 27,9 | 28,5 | 29,2 | 30,6 | 30,6 | 31,1 | 31,3 | 31,3 | 30,8 | 31,0 | 30,9 | 30,6 | |
| Comercial | 4,1 | 3,9 | 4,0 | 3,8 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,6 | 4,7 | 5,3 | 5,1 | 5,6 | 4,0 | 4,5 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,6 | 3,3 | 2,6 | |
| Público | 2,3 | 2,3 | 2,0 | 2,8 | 6,6 | 6,8 | 4,2 | 4,9 | 5,1 | 7,2 | 4,7 | 4,7 | 5,4 | 4,0 | 3,8 | 3,1 | 3,1 | 3,4 | 3,3 | 3,4 | 1,2 | |
| Agropecuário | 115,7 | 120,6 | 123,2 | 135,7 | 142,0 | 151,2 | 157,9 | 163,8 | 158,6 | 164,5 | 159,7 | 174,3 | 171,9 | 174,3 | 172,7 | 171,8 | 174,3 | 185,0 | 205,9 | 199,5 | 208,9 | |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 1.021,6 | 1.070,7 | 1.080,7 | 1.105,7 | 1.159,2 | 1.237,5 | 1.300,1 | 1.327,8 | 1.387,7 | 1.373,2 | 1.355,3 | 1.334,7 | 1.348,2 | 1.279,6 | 1.323,4 | 1.287,4 | 1.252,3 | 1.274,8 | 1.298,9 | 1.222,4 | 1.290,6 | |
| Transporte Ferroviário | 26,3 | 26,4 | 27,3 | 27,7 | 20,8 | 22,2 | 20,5 | 16,6 | 17,9 | 17,9 | 20,9 | 23,7 | 23,5 | 28,6 | 28,9 | 29,2 | 28,8 | 30,2 | 32,5 | 32,8 | 47,7 | |
| Transporte Aéreo | 4,1 | 4,6 | 3,7 | 4,1 | 4,4 | 4,6 | 4,3 | 5,1 | 5,6 | 5,8 | 6,1 | 6,4 | 6,5 | 5,7 | 6,0 | 6,0 | 6,2 | 6,9 | 7,1 | 8,1 | 9,3 | |
| Transporte Hidroviário | 86,8 | 83,2 | 87,2 | 99,1 | 89,8 | 88,3 | 110,6 | 80,0 | 86,3 | 88,6 | 75,1 | 83,1 | 84,2 | 77,6 | 89,1 | 91,4 | 88,2 | 108,7 | 118,0 | 110,5 | 112,1 | |
| Industrial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 15,8 | 18,1 | 13,2 | 12,9 | 13,0 | 14,7 | 16,9 | 18,8 | 19,3 | 20,3 | 20,9 | 21,6 | 20,0 | 17,8 | 16,3 | 17,8 | 19,9 | 22,4 | 24,8 | 25,4 | 27,7 | |
| Ferro-gusa e aço | 10,3 | 11,1 | 12,2 | 12,8 | 13,1 | 12,3 | 10,6 | 11,3 | 10,2 | 10,1 | 10,8 | 10,2 | 10,5 | 10,1 | 10,0 | 11,2 | 11,0 | 11,0 | 10,6 | 9,1 | 11,4 | |
| Ferroligas | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | |
| Mineração e Pelotização | 6,7 | 6,5 | 7,3 | 8,0 | 9,4 | 9,9 | 10,7 | 11,3 | 12,3 | 13,7 | 15,7 | 15,7 | 16,0 | 17,0 | 18,9 | 20,3 | 20,8 | 23,4 | 22,8 | 17,7 | 21,1 | |
| Não-ferrosos | 2,7 | 2,6 | 2,8 | 3,2 | 2,8 | 4,4 | 5,8 | 5,1 | 6,0 | 6,9 | 7,3 | 6,9 | 6,7 | 8,5 | 8,5 | 8,4 | 9,2 | 9,7 | 9,4 | 8,3 | 9,7 | |
| Química | 27,3 | 27,1 | 26,7 | 26,9 | 31,7 | 36,5 | 41,5 | 47,1 | 45,4 | 54,6 | 59,4 | 58,7 | 60,6 | 59,4 | 61,5 | 61,3 | 62,5 | 69,9 | 60,0 | 61,7 | 58,3 | |
| Alimentos e Bebidas | 30,2 | 30,5 | 33,9 | 34,1 | 39,2 | 40,6 | 42,1 | 43,9 | 48,3 | 51,1 | 44,6 | 51,1 | 55,1 | 57,8 | 60,8 | 61,2 | 68,4 | 72,7 | 71,1 | 73,9 | 81,0 | |
| Têxteis | 3,7 | 3,5 | 3,2 | 3,4 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 2,7 | 2,4 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | |
| Papel e Celulose | 14,3 | 15,0 | 17,2 | 17,9 | 18,7 | 19,2 | 20,4 | 20,1 | 22,0 | 23,2 | 23,8 | 23,2 | 24,5 | 26,1 | 26,5 | 28,0 | 28,3 | 30,2 | 31,6 | 33,1 | 35,7 | |
| Cerâmica | 10,6 | 10,8 | 11,4 | 12,6 | 13,3 | 13,8 | 15,1 | 16,6 | 16,7 | 16,8 | 17,5 | 15,3 | 13,9 | 14,0 | 14,3 | 15,2 | 15,6 | 17,0 | 18,2 | 18,2 | 19,0 | |
| Outras Indústrias | 13,1 | 13,2 | 12,9 | 14,2 | 15,3 | 15,7 | 14,8 | 16,6 | 18,4 | 18,6 | 19,9 | 17,9 | 17,3 | 16,4 | 16,9 | 16,6 | 17,0 | 18,8 | 20,3 | 20,7 | 20,3 | |
| Total | 1.639,7 | 1.705,6 | 1.743,7 | 1.800,6 | 1.870,0 | 1.977,5 | 2.098,2 | 2.154,9 | 2.235,4 | 2.296,5 | 2.273,5 | 2.300,7 | 2.285,3 | 2.248,9 | 2.345,7 | 2.346,5 | 2.334,3 | 2.423,7 | 2.555,8 | 2.439,1 | 2.567,0 | |

No que se refere às tecnologias adotadas, observa-se uma predominância das emissões de força motriz, que respondem por 71,6% das emissões em 2010, também compatível com a importância que o Subsetor de Transportes tem para as emissões de NOx. A Tabela 25 apresenta as emissões de NOx, por tecnologia.

Tabela 25 - Emissões de NOx, por tecnologia

| Tecnologia | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Gg NOx | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Força Motriz | 1.293,3 | 1.347,8 | 1.375,4 | 1.419,3 | 1.470,6 | 1.570,1 | 1.660,6 | 1.684,5 | 1.766,5 | 1.780,3 | 1.729,6 | 1.741,4 | 1.735,9 | 1.692,7 | 1.755,2 | 1.723,2 | 1.674,9 | 1.724,5 | 1.796,3 | 1.699,9 | 1.837,7 |
| Calor de Processo | 166,8 | 175,4 | 180,0 | 177,6 | 195,1 | 208,3 | 222,5 | 246,5 | 245,0 | 286,7 | 286,3 | 300,1 | 280,6 | 283,6 | 304,2 | 315,4 | 336,7 | 352,6 | 362,8 | 343,9 | 380,4 |
| Aquecimento Direto | 179,3 | 182,1 | 188,1 | 203,5 | 204,1 | 199,0 | 214,9 | 223,7 | 223,9 | 229,3 | 257,4 | 259,0 | 268,6 | 272,6 | 286,1 | 307,7 | 322,6 | 346,6 | 396,6 | 395,2 | 348,9 |
| Refrigeração e Ar Condicionado | - | - | - | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Iluminação | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Eletroquímica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros Usos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 1.639,7 | 1.705,6 | 1.743,7 | 1.800,6 | 1.870,0 | 1.977,5 | 2.098,2 | 2.154,9 | 2.235,4 | 2.296,5 | 2.273,5 | 2.300,7 | 2.285,3 | 2.248,9 | 2.345,7 | 2.346,5 | 2.334,3 | 2.423,7 | 2.555,8 | 2.439,1 | 2.567,0 |

5.5 Emissões de NMVOC

As emissões de NMVOC caíram 23,9% ao longo do período. Os valores por energético estão listadas na Tabela 26, onde se observa a predominância das emissões da lenha, que participa com 50,6% das emissões totais, em 2010. Esta predominância também se verifica em 1990, quando participou com 48,6%. O segundo energético mais emissor é a gasolina que, em 1990, contribuiu com 32,0% e, em 2010, com 25,6%. Merece, ainda, destaque, a contribuição do óleo diesel, que em 1990 foi de 5,2% mas que, em 2010, alcançou 10,1%. Os demais energéticos contribuem juntos com 13,7%, com maior participação de bagaço (3,8%) e álcool hidratado (3,2%), em 2010.

Na Tabela 27 são apresentadas as emissões de NMVOC por subsetor, com predominância do Subsetor de Transporte, modal rodoviário, que participa com 35,8%, seguido das carvoarias, que contribuem com 24,1% e do Subsetor Residencial que emitiu 21,8% do total, em 2010. Os demais subsetores emitem juntos 18,4% do total, neste mesmo ano.

Tabela 26 - Emissões de NMVOC, por energético

| Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|-----|
| | Gg NMVOC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lenha | 567,8 | 526,2 | 499,4 | 487,8 | 486,4 | 448,6 | 416,2 | 408,9 | 393,6 | 414,7 | 437,4 | 427,3 | 459,4 | 509,8 | 557,4 | 559,1 | 554,2 | 551,3 | 550,3 | 437,7 | 455,6 | |
| Gasolina Automotiva | 373,8 | 394,3 | 396,7 | 397,2 | 412,9 | 431,7 | 449,7 | 431,0 | 423,3 | 386,2 | 351,2 | 334,3 | 347,0 | 324,6 | 313,3 | 300,7 | 261,9 | 248,1 | 240,5 | 214,5 | 230,2 | |
| Óleo Diesel | 60,9 | 63,4 | 64,9 | 67,3 | 69,7 | 74,5 | 77,4 | 81,5 | 85,3 | 87,9 | 88,7 | 92,0 | 92,9 | 89,6 | 91,9 | 88,5 | 86,6 | 88,2 | 91,8 | 86,2 | 91,1 | |
| Bagaço | 16,7 | 18,6 | 17,7 | 17,2 | 19,0 | 18,1 | 18,7 | 21,0 | 19,0 | 17,6 | 14,5 | 15,8 | 17,4 | 20,0 | 20,3 | 21,8 | 24,3 | 28,1 | 33,6 | 31,9 | 33,8 | |
| Álcool Hidratado | 115,2 | 115,1 | 103,7 | 101,7 | 101,7 | 102,8 | 100,9 | 85,7 | 79,6 | 72,6 | 55,9 | 43,5 | 44,0 | 37,2 | 44,4 | 43,8 | 44,3 | 47,6 | 46,6 | 38,1 | 29,2 | |
| Coque de Petróleo | 0,1 | 0,1 | 0,0 | - | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 2,6 | 7,1 | 9,5 | 10,7 | 9,7 | 8,9 | 9,1 | 10,3 | 11,0 | 13,0 | 14,0 | 14,7 | 16,8 | |
| Carvão Vegetal | 18,8 | 17,8 | 16,1 | 15,4 | 15,1 | 13,1 | 12,4 | 11,9 | 11,3 | 11,2 | 12,1 | 12,2 | 12,6 | 14,4 | 14,8 | 15,1 | 14,8 | 15,1 | 15,6 | 16,1 | 14,4 | |
| Biomassa (out. prim.) | 4,8 | 4,9 | 6,1 | 5,7 | 5,4 | 5,5 | 5,1 | 5,0 | 5,0 | 5,6 | 6,1 | 7,0 | 7,3 | 8,3 | 7,9 | 8,6 | 10,0 | 11,1 | 11,9 | 10,9 | 14,2 | |
| Óleo Combustível | 3,6 | 3,3 | 3,5 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,7 | 4,1 | 4,1 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,0 | 3,6 | 3,9 | 3,7 | 3,4 | |
| Gás Natural Seco | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,9 | 2,4 | 3,0 | |
| Out. Energ. de Petróleo | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | |
| Gás de Coqueria | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | |
| GLP | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | |
| Gás De Refinaria | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | |
| Lixívia | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | |
| Gasolina De Aviação | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | |
| Gás Natural Úmido | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | |
| Querosene De Aviação | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | |
| Coque De Carvão Mineral | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | - | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | - | - | 0,1 | - | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | |
| Carvões Sub-Betuminosos | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | |
| Alcatrão | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | |
| Lignito | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Outras Primárias Fósseis | 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 | 0,1 | 0,0 | |
| Carvões Coqueificáveis | 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 | 0,0 | |
| Out. Carvões Betuminosos | - | - | 0,0 | - | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,0 | 0,0 |
| Querosene Iluminante | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 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 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | |
| Biogás (out. prim.) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,0 | 0,0 | |
| Gás Canalizado | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Total | 1.167,5 | 1.149,7 | 1.113,8 | 1.102,1 | 1.120,8 | 1.104,9 | 1.092,1 | 1.056,6 | 1.030,9 | 1.014,7 | 987,6 | 955,4 | 1.003,2 | 1.025,3 | 1.072,5 | 1.061,6 | 1.020,8 | 1.017,4 | 1.019,4 | 864,5 | 900,4 | |

Tabela 27 - Emissões de NMVOC, por subsetor

| Subsetor | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| | Gg NMVOC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energético Amplo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Centrais Elétr. Serv. Públ. | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 1,4 | 1,2 | 1,7 | 2,0 | 2,7 | 2,1 | 2,2 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 2,6 | 2,2 | 3,2 | 2,4 | 3,5 |
| Centrais Elétr. Autoprod. | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 1,7 | 2,0 | 2,4 |
| Carvoarias | 321,2 | 281,7 | 258,6 | 272,2 | 275,6 | 253,6 | 224,8 | 216,2 | 196,9 | 213,4 | 233,3 | 216,8 | 227,0 | 266,9 | 309,2 | 305,8 | 298,3 | 304,9 | 302,9 | 196,1 | 217,0 |
| Setor Energético | 15,0 | 16,7 | 15,8 | 15,4 | 16,8 | 16,0 | 17,1 | 19,3 | 16,9 | 15,4 | 12,9 | 13,6 | 14,9 | 17,0 | 17,3 | 18,6 | 20,6 | 24,1 | 29,9 | 27,8 | 28,7 |
| Residencial | 216,5 | 215,1 | 214,1 | 188,3 | 182,8 | 164,9 | 160,9 | 162,8 | 166,2 | 171,4 | 175,9 | 183,3 | 204,3 | 212,9 | 215,9 | 220,3 | 221,0 | 209,7 | 207,4 | 204,3 | 196,1 |
| Comercial | 2,8 | 2,7 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,7 |
| Público | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,4 |
| Agropecuário | 37,8 | 37,5 | 35,5 | 36,1 | 36,4 | 37,7 | 38,2 | 38,5 | 37,1 | 37,0 | 35,5 | 37,0 | 38,6 | 41,2 | 42,8 | 43,3 | 44,3 | 46,7 | 51,0 | 48,8 | 51,1 |
| Transporte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transporte Rodoviário | 534,9 | 557,2 | 549,0 | 548,8 | 566,7 | 589,9 | 608,6 | 578,1 | 567,9 | 525,0 | 475,3 | 447,4 | 462,3 | 429,0 | 426,8 | 410,4 | 370,4 | 360,6 | 352,6 | 313,4 | 322,0 |
| Transporte Ferroviário | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 1,8 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 2,9 | 4,2 |
| Transporte Aéreo | 1,3 | 1,3 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 |
| Transporte Hidroviário | 3,0 | 2,9 | 3,0 | 3,4 | 3,1 | 3,0 | 3,8 | 2,7 | 3,0 | 3,0 | 2,6 | 2,9 | 2,9 | 2,7 | 3,1 | 3,1 | 3,0 | 3,7 | 4,1 | 3,8 | 3,9 |
| Industrial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimento | 2,3 | 2,2 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,2 | 1,9 | 3,2 | 6,6 | 8,3 | 9,6 | 9,3 | 8,0 | 8,4 | 9,2 | 10,1 | 11,1 | 12,4 | 10,7 | 14,6 |
| Ferro-Gusa e Aço | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,4 |
| Ferroligas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Mineração e Pelotização | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 1,8 | 1,9 | 2,4 | 2,4 | 2,2 | 2,7 |
| Não-Ferrosos | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| Química | 2,5 | 2,4 | 2,2 | 2,3 | 2,8 | 2,9 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,8 | 3,3 | 3,4 | 3,4 |
| Alimentos e Bebidas | 9,2 | 9,4 | 8,9 | 8,9 | 9,4 | 9,2 | 9,4 | 9,4 | 9,9 | 10,2 | 9,7 | 10,0 | 10,3 | 10,4 | 10,9 | 11,1 | 11,9 | 12,6 | 12,8 | 13,2 | 14,5 |
| Têxteis | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Papel e Celulose | 7,9 | 7,8 | 9,0 | 8,6 | 8,9 | 9,0 | 8,2 | 8,0 | 9,5 | 9,4 | 10,2 | 10,8 | 11,0 | 12,5 | 12,0 | 12,7 | 14,5 | 15,4 | 16,3 | 17,1 | 18,5 |
| Cerâmica | 4,1 | 3,9 | 3,5 | 3,8 | 3,9 | 3,7 | 4,1 | 4,0 | 3,8 | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 3,9 | 3,9 | 4,2 | 4,5 | 4,6 | 5,2 | 5,9 | 5,9 | 6,4 |
| Outras Indústrias | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 3,1 | 3,5 | 3,4 | 2,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,1 | 4,4 | 4,6 | 4,6 | 5,0 |
| Total | 1.167,5 | 1.149,7 | 1.113,8 | 1.102,1 | 1.120,8 | 1.104,9 | 1.092,1 | 1.056,6 | 1.030,9 | 1.014,7 | 987,6 | 955,4 | 1.003,2 | 1.025,3 | 1.072,5 | 1.061,6 | 1.020,8 | 1.017,4 | 1.019,4 | 864,5 | 900,4 |

As emissões por tecnologia são apresentadas na Tabela 28. O uso em aquecimento direto se destaca com 51,3% das emissões, em 2010, seguido por força motriz com 30,2% de participação nas emissões totais de NMVOC, em 2010.

Tabela 28 - Emissões de NMVOC, por tecnologia

| Tecnologia | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| | Gg | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Força Motriz | 553,2 | 575,9 | 568,3 | 569,8 | 587,8 | 612,3 | 632,1 | 601,7 | 592,0 | 550,5 | 499,5 | 473,7 | 487,9 | 455,4 | 454,0 | 437,4 | 397,0 | 388,5 | 383,7 | 343,4 | 355,2 |
| Calor de Processo | 45,0 | 47,5 | 47,0 | 47,3 | 49,8 | 49,3 | 48,8 | 50,9 | 49,8 | 49,1 | 46,6 | 48,5 | 50,9 | 55,8 | 57,4 | 60,0 | 64,9 | 71,3 | 79,1 | 75,8 | 83,2 |
| Aquecimento Direto | 569,3 | 526,3 | 498,5 | 485,0 | 483,3 | 443,3 | 411,2 | 404,0 | 389,1 | 415,1 | 441,5 | 433,2 | 464,3 | 514,1 | 561,1 | 564,2 | 558,9 | 557,6 | 556,7 | 445,2 | 462,1 |
| Refrigeração e Ar Condicionado | - | - | - | - | 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 |
| Iluminação | 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 | 0,0 |
| Eletroquímica | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Outros Usos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | 1.167,5 | 1.149,7 | 1.113,8 | 1.102,1 | 1.120,8 | 1.104,9 | 1.092,1 | 1.056,6 | 1.030,9 | 1.014,7 | 987,6 | 955,4 | 1.003,2 | 1.025,3 | 1.072,5 | 1.061,6 | 1.020,8 | 1.017,4 | 1.019,4 | 864,5 | 900,4 |

6. Emissões de *Bunkers*

As emissões do transporte aéreo internacional e do transporte marítimo internacional estão apresentadas na Tabela 29, a seguir:

Tabela 29 - Emissões de Bunker

| Bunker | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | Gg CO ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Querosene + Gasolina de Aviação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO ₂ | 4.366 | 3.147 | 3.610 | 3.619 | 3.539 | 4.520 | 5.541 | 5.911 | 6.621 | 5.397 | 4.626 | 5.388 | 4.381 | 4.035 | 4.303 | 4.707 | 4.543 | 4.936 | 5.675 | 5.167 | 5.784 |
| CH ₄ | 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 | 0,0 |
| N ₂ O | 0,12 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,15 | 0,13 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,15 | 0,17 |
| CO | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 1,1 |
| NO _x | 1,3 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,6 | 1,8 |
| NM _{VO} C | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Óleo Diesel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO ₂ | 437 | 271 | 292 | 374 | 318 | 562 | 806 | 1.050 | 1.294 | 1.552 | 1.942 | 1.991 | 2.076 | 1.839 | 1.839 | 1.839 | 1.868 | 1.994 | 2.378 | 2.074 | 2.304 |
| CH ₄ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| N ₂ O | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| CO | 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 | 0,0 |
| NO _x | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| NM _{VO} C | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 2,1 | 1,8 | 2,0 |
| Óleo Combustível | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO ₂ | 1.283 | 2.166 | 2.337 | 2.921 | 3.440 | 3.585 | 3.729 | 3.874 | 4.190 | 6.932 | 7.071 | 8.166 | 9.367 | 8.220 | 8.220 | 8.220 | 8.739 | 9.416 | 11.945 | 8.220 | 10.462 |
| CH ₄ | 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 | 0,0 |
| N ₂ O | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,08 |
| CO | 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 | 0,0 |
| NO _x | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,3 | 1,6 | 2,0 |
| NM _{VO} C | 2,4 | 4,0 | 4,3 | 5,4 | 6,3 | 6,6 | 6,8 | 7,1 | 7,7 | 12,7 | 13,0 | 15,0 | 17,2 | 15,1 | 15,1 | 15,1 | 16,0 | 17,3 | 21,9 | 15,1 | 19,2 |
| total CH ₄ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| total N ₂ O | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,22 | 0,20 | 0,23 | 0,22 | 0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,23 | 0,27 | 0,23 | 0,27 |
| total CO | 0,9 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 1,1 |
| total NO _x | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,7 | 4,5 | 3,7 | 4,3 |
| total NM _{VO} C | 3,0 | 4,4 | 4,7 | 5,9 | 6,8 | 7,3 | 7,8 | 8,3 | 9,2 | 14,4 | 14,9 | 17,0 | 19,2 | 16,9 | 16,9 | 16,9 | 17,9 | 19,2 | 24,2 | 17,1 | 21,4 |

7. Avaliação de Incertezas

Mesmo com os esforços para constante aprimoramento dos inventários, as estimativas de emissões e remoções de gases de efeito estufa podem diferir dos verdadeiros valores. Os *Guidelines 2006* (IPCC, 2006) lista oito causas para as incertezas em inventários: informações incompletas, incertezas nos modelos, ausência de dados, ausência de dados representativos, erros de amostragem, erros nas medições, classificações equivocadas e exclusão de dados⁶.

O IPCC, 2006 destaca a dificuldade de se eliminarem totalmente as incertezas de inventários, deixando claro que a melhor forma de tratá-las é apresentar estimativas acuradas e transparentes, buscando sua melhora contínua. Dentre as fontes de incerteza, é considerado boa prática identificar as imprecisões das fontes de dados e informações, dentre as quais se destacam as incertezas nos dados de atividade e nos fatores de emissão.

Nesse Inventário, a estimativa global de incerteza foi desenvolvida através do método *Tier 1*, que tem como base a equação de propagação de erros. Esse método combina as incertezas associadas aos dados de atividade e aos fatores de emissão de cada combustível em cada subsetor. Ela é aplicável quando as emissões são estimadas pelo produto dessas duas variáveis ou como a soma dos valores de sub-categorias individuais. O método tem as seguintes premissas: i) os dados de atividade e os fatores de emissão possuem, aproximadamente, distribuição normal de probabilidade; ii) o coeficiente de variação (isto é, a razão entre o desvio padrão e a média) associado a cada variável é inferior a 30 por cento; e iii) as variáveis não são correlacionadas. Apesar dessas condições não serem plenamente atendidas em todas as categorias, segundo o Guia de Boas Práticas 2006, o uso do método *Tier 1* ainda é recomendável, visto que suas estimativas permitem uma aproximação das imprecisões do inventário.

A avaliação geral de precisão do Inventário no Setor de Energia foi feita para os gases CO₂, CH₄ e N₂O, pois são os de efeito estufa direto. Para cada fator de emissão foi determinado um intervalo de incerteza *Default*⁷ descrito pelo IPCC⁸. As incertezas dos dados de atividade são as mesmas utilizadas no Segundo Inventário por falta de informações mais precisas. A diferença nos cálculos do Terceiro Inventário está na desagregação das estimativas de incerteza, agora consideradas para cada um dos fatores de emissão utilizados.

⁶ Em inglês: “*Lack of completeness*”, “*Model*”, “*Lack of data*”, “*Lack of representativeness of data*”, “*Statistical random sampling error*”, “*Measurement error*”, “*Misreporting or misclassification*” e “*Missing data*”.

⁷ Há desafios para estimativas de intervalos de confiança para cada um dos fatores de emissão e dados de atividades utilizados, que na maioria das vezes não há informações disponíveis.

⁸ O cálculo das incertezas nas estimativas de emissões de CO₂ teve como base o intervalo de incerteza do respectivo fator de emissão oferecido no Volume 2, Capítulos 3 e 4 do *Guidelines, 2006*. O cálculo das incertezas nas estimativas de emissões de CH₄ e N₂O exigiu maior esforço na estimativa por conta da abordagem *bottom-up* ter utilizado coeficientes de destinação de uso final, o que requereu a utilização de intervalos de incerteza para cada fator de emissão no uso final (Força Motriz, Calor de Processo, Aquecimento Direto, Iluminação, Eletroquímica, Refrigeração e Outros).

A incerteza (ou imprecisão) associada aos dados de atividade, aos fatores de emissão e às estimativas de emissão ou remoção é expressa na forma $\pm x \%$, ou seja, significa os limites de um intervalo de confiança de 95% para o valor médio apresentado.

A análise de incerteza não tem por objetivo contestar a validade das estimativas, mas ajudar a priorizar os esforços na melhoria da precisão dos inventários e orientar futuras decisões sobre escolhas metodológicas. Pretende-se, com isso, apresentar o debate sobre a insuficiência de informações para estimativas mais importantes além de identificar os setores do Inventário onde maiores recursos deverão ser utilizados no futuro de forma que as medidas possam ser mais precisas. Para contornar as dificuldades de estimação das incertezas, pesquisas adicionais para melhorar a precisão dos fatores de emissão são fundamentais.

Os resultados da análise indicam as seguintes incertezas: CO₂ 3%, CH₄ 101% e N₂O 73%.

8. Diferenças em Relação ao Segundo Inventário

No que se refere à adaptação da metodologia *Bottom-up* do IPCC (1997 e 2006) ao contexto brasileiro, em termos de adequação de combustíveis e setores não há grandes modificações em relação ao Segundo Inventário. São as seguintes as principais diferenças:

- Fatores de conversão: Os fatores utilizados foram obtidos através de arquivo eletrônico com matrizes consolidadas do BEN, disponibilizada no sítio do Ministério de Minas e Energia na rede mundial de computadores, com valores até 2012, diferentemente do Segundo Inventário que utilizou EPE (2010) como fonte.
- Fatores de emissão: foram utilizados os da metodologia do IPCC (2006) para gases de efeito estufa direto (CO₂, CH₄ e N₂O) e do EMEP/EEA air *Pollutant Emission Inventory Guidebook* 2013 (EMEP/EEA. 2013) para GEE indiretos (CO, NO_x, NMVOC) mais atualizados que os do Segundo Inventário, portanto, que utilizou em grande parte os FEs de IPCC (1996) e versão de 2007 do EMEP/CORINAIR, respectivamente.
- Fator de oxidação: foi utilizada a unidade (conforme IPCC, 2006) em vez das frações utilizadas no inventário anterior (conforme IPCC, 1996).
- Carbono excluído para Processos Industriais, como redutor: foram utilizados os valores atualizados do BEU estimados no Segundo Inventário, como fonte de informação para o cálculo do carbono excluído como redutor a ser contabilizado em Processos Industriais (combustíveis utilizados em aquecimento direto nos segmentos de Ferro-gusa e Aço, Ferroligas e Não Ferrosos), diferentemente do Segundo Inventário que procedeu a descontos apenas no segmento de Ferro-gusa e Aço, tendo se baseado na informação do próprio segmento;
- Carbono excluído para Processos Industriais, como matéria prima da indústria química: foram considerados os valores do BEN atribuídos a “Consumo Não Energético” em vez de informações do próprio subsetor;
- Carbono excluído para Processos Industriais, como Produtos de Uso Não Energético: foram integralmente repassados a Processos Industriais, onde a fração de carbono estocada no produto e aquela emitida são calculadas (conforme IPCC, 2006), diferentemente do inventário anterior onde as emissões decorrentes destes cálculos eram contabilizadas no setor energético.

9. Recomendações para Aprimoramento das Estimativas

A qualidade das estimativas de emissões de gases de efeito estufa está diretamente ligada à disponibilidade de bases de dados referentes a níveis de atividade dos setores emissores e fatores de emissão que efetivamente reflitam a realidade nacional.

No caso das emissões do Setor de Energia, o Balanço Energético Nacional oferece um conjunto de dados bastante adequado para o cálculo das emissões de CO₂, na medida em que este gás é estimado satisfatoriamente apenas se conhecendo os valores referentes ao consumo de combustíveis em unidades energéticas e utilizando-se fatores de emissão default do IPCC.

Entretanto, para que as emissões de gases não-CO₂ sejam acuradamente estimadas, há que se utilizarem informações não somente sobre os energéticos consumidos, mas também sobre as tecnologias nas quais foram consumidos. Neste propósito, o Balanço Energético deixa de ser um instrumento suficiente, porquanto não se destina a este propósito, não oferecendo o nível de detalhamento requerido. Para suprir esta lacuna, cruzam-se os dados do BEN com os do Balanço de Energia Útil (BEU), onde ao menos se identificam os usos finais de energéticos com a eficiência média das principais formas de utilização de energia nos diversos setores de atividades.

Como recomendações para aprimoramento de inventários posteriores, podem ser apresentadas as seguintes:

- Revisão de séries e atualização de critérios de alocação utilizados no Balanço Energético Nacional, especialmente quanto ao uso não energético de diversas fontes combustíveis: gás natural como matéria-prima em outras indústrias químicas além da de fertilizantes, coque de petróleo como matéria prima de anodos (alumínio, incluído em “outros não ferrosos”).
- Revisão e atualização dos coeficientes de destinação apresentados no Balanço de Energia Útil, datados de 2004.
- Revisão ou validação de poderes caloríficos de combustíveis, apresentados no Balanço Energético Nacional.
- Consolidação de tecnologias empregadas para geração termelétrica, especialmente para o gás natural (motores, turbinas e caldeiras) e óleo combustível (motores e caldeiras).
- Determinação de fatores de emissão específicos para combustíveis utilizados no Brasil, com prioridade para os originários da biomassa (etanol, bagaço de cana, biodiesel) – considerando sua larga utilização no país e especificidades; e

- Criação de um banco de dados orientado à elaboração do inventário nacional e estimativas anuais, integrando dados de consumo energético (provenientes do BEN e BEU), poderes caloríficos e fatores de emissão, em substituição ao conjunto de planilhas atualmente utilizado.

10.Referências Bibliográficas

ACRP, 2012. *AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (ACRP): Report 64 - Handbook for Evaluating Emissions and Costs of APUs and Alternative Systems*, Transportation Research Board, Washington, D.C. 86p.

ANAC, 2012. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Anuário Estatístico do Transporte Aéreo de 2012. 188p.

ANP, 2013. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIODIESEL. Dados Estatísticos Mensais, disponível em <http://www.anp.gov.br/?dw=11031> (Acessado em nov/2013)

ANTT, 2012. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas de Transporte Ferroviário de Cargas. 53p.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas - ABRACICLO, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, 2014. Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br/dados-do-setor>>.

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*, 2014.

Borsari, V., 2005. *As Emissões Veiculares e os Gases de Efeito Estufa*. Society for Automotive Engineers. São Paulo: CETESB, 2005.

Borsari, V., 2009. Caracterização das emissões de gases de efeito estufa por veículos automotores leves no Estado de São Paulo, 2009. 189p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CETEC, 1982. *Produção e Utilização de Carvão Vegetal*”, compilado por Penedo, W. R., Série Publicações Técnicas, nº 008, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1982.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2011a. *Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo*. São Paulo, 2011a.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2011b. *1º Relatório de Referência do Estado de São Paulo de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Período de 1990 a 2008*. São Paulo, 2011b.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, 2011c. *Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2012*. São Paulo, 2013.

DECEA, 2014. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. BIMTRA - Banco Informações do Movimento de Tráfego Aéreo, 2005 - 2013, acessível à ANAC através do Termo de Cooperação Específico N°002/ DECEA-ANAC/2008.

EASA, 2013. EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY - ICAO Emissions Databank updated april/2013, disponível em <http://easa.europa.eu/environment/edb/aircraft-engine-emissions.php>
Economia e Energia, 1999. *Frota de Veículos Diesel no Transporte Rodoviário*. Disponível em: <<http://ecen.com>>, nº 16.

EMEP/CORINAIR, 2007. *Emission Inventory Guidebook*. Página de internet do EMEP/CORINAIR. Setembro, 2007.

EMEP/EEA, 2013. EUROPEAN MONITORING AND EVALUATION PROGRAMME. Emission Inventory Guidebook 2013, disponível em <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2012. São Paulo, 2013.
Empresa de Pesquisa Energética - EPE. *Avaliação do comportamento dos usuários de veículos Flex Fuel no consumo de combustíveis no Brasil*. NT-01-013, 2013.

EUROCONTROL, 2003. ATM Flight Efficiency and its Impact on the environment - 2002 Study, July 2003. 71p.

FAA & EPA, 2009. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION & US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions From Aircraft Equipped With Turbofan, Turbojet and Turboprop Engines (2009), 19p.

FOI, 2013. SWEDISH DEFENSE RESEARCH AGENCY. Base de dados de emissões de motores Turbo-hélice. Comunicação pessoal.

GOLDEMBERG, J.; NIGRO, F. E.B.; COELHO, S. T. *Bioenergia no estado de São Paulo: situação atual, perspectivas, barreiras e propostas*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.

IPCC, 1996. *Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IPCC 1997.

IPCC, 1996. *INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, UK Meteorological Office, Bracknell

IPCC, 1999. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Aviation and the global Atmosphere. 373p.

IPCC, 2000. *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*

IPCC, 2006. *Guidelines for National Greenhouse Inventories*.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência, Anexo 1 - Adequação da Metodologia para o Inventário das Emissões de Gases do Efeito Estufa por Queima de Combustíveis*. Brasília, 1997.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. *Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência - Emissões de Dióxido de Carbono por queima de Combustíveis: Abordagem 'Top-Down'*. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia e Instituto Alberto Luis Coimbra de Pós -Graduação e Pesquisa em Engenharia - COPPE. MCT. Brasília, 2006.

MCT, 2004. MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. 1ª Comunicação Nacional à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

MCT, 2010. MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. 2ª Comunicação Nacional à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. 2V.

MCTI (2010). “Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência - Emissões de Dióxido de Carbono por queima de Combustíveis: Abordagem *Top-Down* - sob a Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima do Ministério da Ciência e Tecnologia e elaborado pelo Instituto Alberto Luis Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia - COPPE

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Mistura Carburante (Etanol Anidro/Gasolina) - Cronologia*. Brasília, 2011. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/01-Mistura%20etanol%20anidro-gasolina-CRONOLOGIA\(Atualiz_02_09_2011\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/01-Mistura%20etanol%20anidro-gasolina-CRONOLOGIA(Atualiz_02_09_2011).pdf)>

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. *Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatório de Referência - Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor Energético por Fontes Móveis*. Brasília, 2010.

Ministério da Ciência e Tecnologia/MCT. Comunicação Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2004.

Ministério das Minas e Energias. Balanço Energético Nacional EPE/MME, 2006 (ano base 2005)

Ministério de Meio Ambiente - MMA. *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Brasília, 2011.

MMA, 2014. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 ano base 2012*. 114p.

MME, 2013. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Balanço Energético Nacional 2013, Ano Base 2012*.

OACI, 2010. ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. ICAO Annex 16 “International standards and recommended practices, Environmental protection”, Volume II “Aircraft engine emissions”. Disponível em http://www.caa.govt.nz/ICAO/ICAO_Compliance.htm

OACI, 2011. ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL. Doc 9889 Airport Air Quality Manual - First Edition - 2011. 200p. WIESEN, P. et al., 1994, ‘Nitrous oxide and methane emissions from aero engines’. *Geophysics Research Letters* 21(18), 2027-2030.

Primeiro Relatório de Referência do Estado de São Paulo de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Período de 1990 a 2008. São Paulo, 2011b.

Relatório de Referência - Emissões por Queima de Combustíveis, Abordagem bottom-up. Brasília: Segunda Comunicação Nacional, 2010.

Segundo Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários. Brasília, 2014.

ANEXO - Carbono Excluído

Tabela 30 - Produtos de Uso não Energético - contabilizados em Processos Industriais

| Produtos de Uso não Energético | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | <i>mil tep</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lubrificantes | 698 | 671 | 626 | 614 | 640 | 674 | 713 | 748 | 731 | 761 | 821 | 739 | 924 | 817 | 838 | 856 | 751 | 913 | 1.137 | 880 | 1.106 |
| Asfalto | 1.283 | 1.000 | 1.255 | 1.150 | 1.328 | 1.244 | 1.439 | 1.506 | 1.930 | 1.498 | 1.742 | 1.582 | 1.661 | 1.158 | 1.406 | 1.461 | 1.853 | 1.664 | 2.046 | 2.127 | 2.793 |
| Produtos não energ. Petr. | 1.080 | 1.059 | 888 | 948 | 881 | 856 | 1.075 | 1.174 | 1.257 | 1.451 | 1.480 | 1.115 | 1.323 | 1.175 | 1.199 | 1.179 | 1.706 | 1.749 | 2.213 | 2.335 | 3.435 |
| Solventes | 219 | 305 | 301 | 276 | 350 | 276 | 301 | 367 | 353 | 426 | 424 | 441 | 554 | 628 | 720 | 1.005 | 1.071 | 622 | 651 | 501 | 462 |
| Total | 3.279 | 3.034 | 3.070 | 2.988 | 3.199 | 3.051 | 3.528 | 3.795 | 4.270 | 4.136 | 4.467 | 3.877 | 4.462 | 3.778 | 4.163 | 4.500 | 5.381 | 4.948 | 6.048 | 5.844 | 7.797 |

Tabela 31 - Matéria Prima da Indústria - contabilizada em Processos Industriais

| Matéria Prima da Indústria | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | <i>mil tep</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nafta | 4.969 | 4.837 | 5.275 | 5.448 | 6.149 | 5.957 | 5.790 | 7.148 | 7.159 | 7.908 | 8.094 | 7.899 | 6.580 | 7.174 | 7.169 | 7.277 | 7.299 | 7.793 | 6.879 | 7.360 | 7.601 |
| Gás de Refinaria | 246 | 222 | 166 | 203 | 217 | 291 | 92 | 115 | 122 | 168 | 172 | 156 | 165 | 138 | 145 | 156 | 134 | 141 | 92 | 98 | 98 |
| Gás Natural | 896 | 941 | 915 | 913 | 985 | 841 | 773 | 732 | 791 | 710 | 731 | 702 | 722 | 696 | 737 | 747 | 760 | 771 | 710 | 717 | 1.453 |
| Querosene | 81 | 79 | 65 | 62 | 31 | 34 | 37 | 22 | 21 | 22 | 51 | 78 | 76 | 59 | 71 | 19 | 12 | 0 | 7 | 7 | 11 |
| Álcool Anidro | 32 | 0 | 0 | 64 | 67 | 64 | 81 | 72 | 125 | 144 | 122 | 70 | 46 | 72 | 75 | 74 | 117 | 152 | 325 | 309 | 149 |
| Álcool Hidratado | 459 | 351 | 356 | 393 | 472 | 548 | 497 | 454 | 481 | 468 | 515 | 605 | 426 | 387 | 441 | 284 | 469 | 203 | 466 | 442 | 438 |
| Alcatrão | 109 | 119 | 49 | 56 | 76 | 67 | 167 | 221 | 190 | 137 | 142 | 137 | 121 | 174 | 174 | 160 | 150 | 147 | 149 | 143 | 143 |
| Total | 6.793 | 6.549 | 6.826 | 7.138 | 7.997 | 7.802 | 7.436 | 8.765 | 8.890 | 9.557 | 9.828 | 9.647 | 8.137 | 8.701 | 8.813 | 8.718 | 8.941 | 9.207 | 8.627 | 9.077 | 9.893 |

Tabela 32 - Redutores na Produção Metalúrgica - contabilizados em Processos Industriais

| Combustível | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | <i>mil Tep</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coque de petróleo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ferro-Gusa e Aço | - | - | - | - | 2 | 14 | 5 | 89 | 164 | 203 | 242 | 331 | 306 | 455 | 363 | 425 | 416 | 495 | 489 | 487 | 39 |
| Ferroligas | - | - | - | - | - | - | - | - | 126 | 78 | 89 | 90 | 87 | 122 | 108 | 122 | 123 | 144 | 143 | 143 | 168 |
| Não Ferrosos | 350 | 390 | 376 | 414 | 459 | 478 | 520 | 430 | 390 | 403 | 424 | 382 | 431 | 505 | 497 | 513 | 548 | 583 | 590 | 588 | 612 |
| <i>Subtotal</i> | 350 | 390 | 376 | 414 | 461 | 491 | 526 | 519 | 680 | 684 | 755 | 802 | 824 | 1.082 | 968 | 1.059 | 1.088 | 1.222 | 1.222 | 1.218 | 819 |
| Outros carvões betuminosos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ferro-Gusa e Aço | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ferroligas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Não Ferrosos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Subtotal</i> | - | - | - | - | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Carvões coqueificáveis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ferro-Gusa e Aço | - | - | - | 174 | 262 | 269 | 491 | 841 | 1.150 | 1.502 | 1.648 | 1.584 | 1.899 | 2.179 | 2.452 | 2.374 | 2.352 | 2.512 | 2.655 | 2.046 | 1.769 |
| Ferroligas | - | - | - | - | - | 14 | 15 | 4 | - | 34 | 36 | 36 | 44 | 16 | - | - | - | - | - | - | - |
| Não Ferrosos | - | - | - | - | 62 | 14 | 97 | 97 | 81 | 112 | 158 | 123 | 160 | 112 | 114 | 116 | 113 | 119 | 38 | 35 | 616 |
| <i>Subtotal</i> | - | - | - | 174 | 324 | 297 | 603 | 942 | 1.231 | 1.648 | 1.843 | 1.743 | 2.103 | 2.307 | 2.566 | 2.490 | 2.465 | 2.631 | 2.692 | 2.081 | 2.385 |
| Coque de carvão mineral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ferro-Gusa e Aço | 4.938 | 5.949 | 6.025 | 6.278 | 6.462 | 6.607 | 6.585 | 6.574 | 6.404 | 5.704 | 6.416 | 6.224 | 6.585 | 6.470 | 6.574 | 6.067 | 5.763 | 6.320 | 6.289 | 4.969 | 7.153 |
| Ferroligas | 26 | 26 | 43 | 42 | 39 | 35 | 39 | 34 | 7 | 4 | 6 | 19 | 7 | 79 | 106 | 92 | 93 | 104 | 119 | 92 | 107 |
| Não Ferrosos | 72 | 68 | 63 | 175 | 88 | 168 | 166 | 81 | 75 | 75 | 87 | 87 | 84 | 108 | 137 | 139 | 146 | 151 | 149 | 138 | 152 |
| <i>Subtotal</i> | 5.036 | 6.043 | 6.131 | 6.495 | 6.589 | 6.811 | 6.790 | 6.689 | 6.486 | 5.783 | 6.508 | 6.329 | 6.676 | 6.657 | 6.817 | 6.298 | 6.002 | 6.575 | 6.557 | 5.198 | 7.413 |
| Carvão vegetal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ferro-Gusa e Aço | 4.367 | 3.682 | 3.433 | 3.763 | 3.884 | 3.564 | 3.092 | 3.238 | 2.970 | 3.391 | 3.662 | 3.440 | 3.563 | 4.057 | 4.902 | 4.804 | 4.636 | 4.775 | 4.679 | 2.724 | 3.372 |
| Ferroligas | 362 | 488 | 413 | 501 | 437 | 381 | 578 | 388 | 325 | 361 | 430 | 264 | 335 | 532 | 558 | 570 | 575 | 616 | 628 | 485 | 568 |
| Não Ferrosos | 255 | 204 | 205 | 113 | 123 | 146 | 31 | 26 | 22 | 3 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 |
| <i>Subtotal</i> | 4.983 | 4.374 | 4.052 | 4.377 | 4.444 | 4.091 | 3.701 | 3.651 | 3.317 | 3.755 | 4.098 | 3.709 | 3.905 | 4.596 | 5.468 | 5.382 | 5.219 | 5.399 | 5.316 | 3.217 | 3.950 |
| Total | 10.369 | 10.807 | 10.559 | 11.459 | 11.820 | 11.690 | 11.619 | 11.801 | 11.713 | 11.870 | 13.203 | 12.584 | 13.508 | 14.642 | 15.818 | 15.229 | 14.774 | 15.828 | 15.788 | 11.714 | 14.567 |