

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ALYSON FIDELIS DE MORAIS

ANÁLISE SETORIAL DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NO BRASIL

MARINGÁ

2007

ALYSON FIDELIS DE MORAIS

**ANÁLISE SETORIAL DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> NO BRASIL**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

MARINGÁ

2007

## AGRADECIMENTOS

Deixo meus sinceros agradecimentos:

Em primeiro lugar ao único Deus, soberano, por amar e me guardar durante todos os momentos da minha vida.

A meus pais Edgard Dutra e Dilene Fidelis pelo cuidado, pelo sustento emocional e pelas palavras de ânimo sempre presentes. Também agradeço a meus irmãos Reuryson e Deivyson pelas oportunidades de darmos boas risadas.

A toda minha grande família que esteve sempre pronta a ajudar em todas as situações.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da UEM incluindo todos os professores e funcionários, pela oportunidade de enriquecer minha formação acadêmica através do curso de mestrado. Aproveito para agradecer ao Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes, meu orientador, pelo tempo dedicado a mim durante a elaboração deste trabalho. Sem dúvida, seus comentários foram de suma importância durante todo o processo.

Aos membros das bancas de qualificação e examinadora, professores Dr. José Luiz Parré, Dra. Márcia Istake e Dr. Umberto Sesso pelas correções sugeridas, buscando o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os amigos que fiz no período vivido em Maringá. Em especial aos companheiros de PME: Darlan, Gilberto, Jaqueline, Josué, Maria e Neto. Foram momentos intensos de alegria e sofrimento, mas acima de tudo, de lealdade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pelo apoio financeiro.

Por fim, gostaria de agradecer de maneira especial ao meu “tio” Adilson Fidelis e a sua família por me hospedarem de forma tão carinhosa quando fui a Belo Horizonte fazer a prova da ANPEC.

*“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria”.*  
*Provérbios 1.7*

MORAIS, Alyson Fidelis. **Análise Setorial das Emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Estadual de Maringá.

## **RESUMO**

Nas últimas décadas o mundo vem dando claros sinais de que sua capacidade de absorção de resíduos como lixo industrial, embalagens, plásticos e papel está se esgotando. A reposta da natureza a isso se dá através da mudança nos padrões climáticos. O Brasil, conhecido por utilizar fontes limpas de energia, vem se tornando a cada ano agente participante do grupo dos países que mais contribuem para ao aumento do efeito estufa. As transformações econômicas pelas quais passou o país na última década modificaram a realidade brasileira. Diante disso se faz necessário estudar as causas desse aumento no nível de poluição mundial e caracterizar a posição atual do Brasil nesse cenário. Neste trabalho o objetivo é verificar, para o Brasil, os principais fatores que influenciaram as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis pelo setor intermediário da economia, entre os anos de 1990 e 2003, destacando a participação da eficiência energética, da composição da demanda final e da estrutura produtiva do país. Para isso foi utilizada a metodologia da Análise de Decomposição Estrutural. Os principais resultados encontrados mostram que apesar do país obter ganhos de eficiência no uso de energia e se especializar em setores menos poluentes, o crescimento de setores como Transportes, Siderurgia e de Extração de Minério e Petróleo contribuiu para um aumento das emissões de CO<sub>2</sub> durante o período em análise.

**Palavras-Chave:** Emissões, CO<sub>2</sub>, Decomposição Estrutural.

MORAIS, Alyson Fidelis. **Sectorial Analysis of the CO<sub>2</sub> Emissions in Brazil**. Thesis (Master of Economic Science) – State University of Maringá.

## **ABSTRACT**

In the last decades the world is showing clear signals that its absorption capacity of residues like industrial garbage, packages, plastics and paper is becoming exhausted. The nature responds by changing the climatic standards. Brazil, known by using clean energy sources, is becoming participant of the group of countries that most contribute for the increase of the greenhouse effect. The economic changes the country faced in the last decade have modified the Brazilian reality. Ahead of this it becomes necessary to study the causes of this increase in the world-wide pollution level and to characterize the current position of Brazil in this scene. In this work the objective is to verify, for Brazil, the main factors that had influenced the CO<sub>2</sub> emissions proceeding from the fossil fuel burn by the economy intermediate sector from 1990 to 2003, highlighting the participation of the energy efficiency, the composition of the final demand and the productive structure of the country. For that, Structural Decomposition Analysis methodology was used. The main results show that although the country benefits from the efficiency using energy and specializes in less pollutant sectors, the growth of sectors as Transports, Agriculture, Metallurgy, Mining and Petroleum Products has contributed for an increase of the CO<sub>2</sub> emissions during the period in analysis.

**Key Words:** Emission, CO<sub>2</sub>, Structural Decomposition

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 PANORAMA DAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> E O CENÁRIO BRASILEIRO.....	13
2.1 Descrição do quadro brasileiro.....	16
2.1.1 Panorama Econômico no Brasil – 1990 a 2003 .....	20
2.1.2 Mudanças na estrutura energética do Brasil – 1990 a 2003 .....	25
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 A teoria de insumo-produto .....	31
3.2 Análise de Decomposição.....	35
3.2.1 Comparação entre SDA e IDA.....	36
3.2.2 Formulação matemática do modelo SDA.....	42
3.3 Procedimentos e preparação dos dados .....	45
4 RESULTADOS.....	51
4.1 Resultados por Setor.....	59
5 CONCLUSÕES.....	72
BIBLIOGRAFIA.....	75
ANEXOS.....	82
ANEXO A – Critério de agregação dos setores da MIP de 42 para 7 setores .....	83
ANEXO B - Unidades de medidas e Equivalência Padrão.....	84
ANEXO C – Formação dos múltiplos e submúltiplos.....	84
ANEXO D - Deflatores implícitos setoriais da Matriz de Insumo-Produto, Brasil, 1990 a 2003 .....	85
ANEXO E – Resultado da Decomposição Estrutural das emissões de CO <sub>2</sub> – Brasil.....	86
ANEXO F – Consumo de energia e emissão de CO <sub>2</sub> – dados detalhados por setor e fonte de energia.....	99

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do PIB, do Consumo de Energia e das Emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil, 1990 a 2003.....	19
Figura 2 – Relação entre Consumo de Energia/Emissões de CO <sub>2</sub> e PIB (à esquerda) e PIB/capita (à direita).....	20
Figura 3 – Inflação mensal no Brasil – 1990 a 2003 .....	21
Figura 4 – Evolução do PIB (bilhões R\$ <sub>2003</sub> ) e do PIB per capita (R\$ <sub>2003</sub> ) no Brasil entre 1990 a 2003.....	22
Figura 5 – Evolução e composição do PIB (a preços básicos) sobre a ótica da despesa no Brasil – 1990 a 2003 .....	23
Figura 6 – Valor adicionado bruto por setores no Brasil – 1990 a 2003 .....	24
Figura 7 – Valor adicionado bruto por sub-setores do setor Transformação no Brasil – 1990 a 2003 .....	25
Figura 8 – Volume e Participação (%) no consumo de energia por setores no Brasil – 1990 a 2003 .....	27
Figura 9 – Volume e Participação (%) das emissões de CO <sub>2</sub> por setores no Brasil – 1990 a 2003 .....	28
Figura 10 – Consumo de energia dos setores intermediários por fontes de energia no Brasil – 1990 a 2003 .....	29
Figura 11 – Emissões de CO <sub>2</sub> por diferentes fontes no consumo de energia dos setores intermediários no Brasil – 1990 a 2003 .....	30
Figura 12 – Contribuição em valores absolutos dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003 .....	52
Figura 13 – Contribuição de cada setor agregado dentro de cada fator à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003 .....	53
Figura 14 – Contribuição de cada subsetor agregado do setor de Transformação dentro de cada fator à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003 .....	53
Figura 15 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil período a período.....	55
Figura 16 – Contribuição do fator Intensidade Energética ( $\Delta N$ ) às mudanças nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil – período a período .....	56

Figura 17 – Contribuição do fator Efeito Tecnológico ( $\Delta S$ ) às mudanças nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil – período a período .....	57
Figura 18 – Contribuição do fator Estrutura da Demanda Final ( $\Delta Y_s$ ) às mudanças nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil – período a período .....	58
Figura 19 – Contribuição do fator Volume da Final ( $\Delta Y_v$ ) às mudanças nas emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil – período a período .....	59
Figura 20 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Agropecuária no Brasil período a período .....	60
Figura 21 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO <sub>2</sub> do setor primário Agropecuária no Brasil – 1990 a 2003 .....	61
Figura 22 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Extração no Brasil período a período .....	62
Figura 23 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO <sub>2</sub> do setor primário Extração no Brasil – 1990 a 2003 .....	63
Figura 24 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor de Transformação no Brasil período a período .....	64
Figura 25 – Participação dos sub-setores do setor Transformação no consumo de energia no Brasil – 1990 a 2003 .....	64
Figura 26 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO <sub>2</sub> do setor SIUP no Brasil – 1990 a 2003 .....	65
Figura 27 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor SIUP no Brasil período a período .....	66
Figura 28 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Construção Civil no Brasil período a período .....	66
Figura 29 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Construção Civil no Brasil - 1990 a 2003 .....	67
Figura 30 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Comércio no Brasil período a período .....	68
Figura 31 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Transportes no Brasil período a período .....	69
Figura 32 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Transportes no Brasil – 1990 a 2003 .....	70
Figura 33 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO <sub>2</sub> do setor Serviços no Brasil período a período .....	70



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de crescimento anual do PIB, do consumo energético e das emissões de CO <sub>2</sub> .....	18
Tabela 2 – Intensidade energética e de carbono no Brasil – 1990 a 2003 .....	26
Tabela 3 – Desagregação dos setores do BEN entre os setores das MIP.....	47
Tabela 4 – Classificação das fontes energéticas segundo o Balanço Energético aos setores das Tabelas de Insumo-Produto do Brasil .....	48
Tabela 5 – Fatores de conversão do consumo de energia em TJ para emissão de CO <sub>2</sub> em toneladas. ....	49
Tabela 6 – Decomposição Estrutural das emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003.....	51
Tabela 7 - Contribuição absoluta dos fatores à mudança das emissões de CO <sub>2</sub> no Brasil – período a período (em t).....	54

# 1 INTRODUÇÃO

A intensificação da industrialização ocorrida no século XX e início do século XXI, além de todos os avanços econômicos advindos dela foram de suma importância para o desenvolvimento do mundo. A melhoria dos meios de produção, do conhecimento e da técnica proporcionaram ao homem inúmeros benefícios. No entanto, todo esse processo trouxe junto alguns problemas. O aumento desenfreado do consumo e o surgimento de novas tecnologias implicam em mais indústrias, o que significa mais produção de resíduos jogados na natureza e mais emissão de gases poluentes.

Nas últimas décadas o mundo vem dando claros sinais de que sua capacidade de absorção de resíduos como lixo industrial, embalagens, plásticos e papel está se esgotando. Uma resposta da natureza a isso se dá através da mudança nos padrões climáticos. Catástrofes como furacões, tempestades, secas, derretimento das calotas polares e o aumento no nível dos mares estão se tornando cada vez mais constantes, provocando prejuízos não só à vida humana como também enormes impactos econômicos.

O Brasil vem se tornando a cada ano agente participante do grupo dos países que mais contribuem para ao aumento do efeito estufa. As transformações econômicas pelas quais passou o país na última década modificaram a realidade brasileira. O processo de abertura comercial e financeira no início dos anos 1990, a reestruturação do parque industrial produtivo e ainda a estabilização da economia com a implementação do Plano Real em 1994 deram condições ao Brasil de avançar economicamente, diversificar sua produção e almejar disputar mercados antes não alcançados. Toda essa transformação pela qual passou o Brasil o

coloca como potencial agente poluidor segundo dados da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD, 2006).

Diante disso se faz necessário estudar as causas desse aumento no nível de poluição mundial e caracterizar a posição atual do Brasil nesse cenário.

Neste trabalho o objetivo é verificar, para o Brasil, os principais fatores que influenciaram as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis pelo setor intermediário da economia, durante o período de 1990 a 2003, destacando a participação da eficiência energética, da composição da demanda final e da estrutura produtiva do país. A metodologia utilizada é a da análise de decomposição estrutural, amplamente utilizada no âmbito dos estudos ambientais nos EUA, Europa e Ásia, mas ainda com poucos trabalhos para o Brasil.

A hipótese levantada consiste em dizer que as transformações econômicas, ocorridas na década de 1990 e início dos anos 2000 colaboraram para a elevação dos níveis de emissão de gases poluentes pelo Brasil.

Com o propósito de auxiliar o entendimento e a investigação da hipótese colocada algumas questões se fazem pertinentes:

- Quais setores da economia contribuíram mais para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>?
- As alterações na composição da matriz energética brasileira influenciaram o total das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil?

Essas questões servem de orientação para a execução desta pesquisa e norteiam quais são os pontos fundamentais para a interpretação da realidade brasileira.

Para alcançar os objetivos deste trabalho, o Capítulo 2 é dedicado a identificar e apontar os fatores relevantes da extensão e do surgimento do problema objeto de estudo, além

de demonstrar a importância de se compreender a tendência brasileira no que se refere ao consumo de energia e a emissão de CO<sub>2</sub>.

No Capítulo 3 são especificadas as técnicas de insumo-produto utilizadas neste trabalho, a preparação dos dados, como também o critério de adequação das matrizes do Balanço Energético Nacional com as matrizes de Insumo-Produto. Ainda nesse capítulo é apresentada a fundamentação teórica que serviu de embasamento à realização deste trabalho.

No Capítulo 4 são apresentados e discutidos os resultados da decomposição estrutural, objetivando relatar os principais determinantes da variação na quantidade de gases efeito estufa emitidos pela economia brasileira nos anos últimos anos. Por fim as considerações finais são descritas.

## 2 PANORAMA DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> E O CENÁRIO BRASILEIRO

Pesquisas científicas mais aprofundadas feitas a partir da década de 1980 constataram que o padrão de temperatura do planeta estava se alterando, ou seja, passou-se a perceber que a temperatura na Terra estava aumentando sistematicamente (IPCC<sup>1</sup>, 2001). Diante desta constatação, uma maior preocupação com os efeitos decorrentes desse aquecimento global tomou conta de grande parte das nações, entre elas países da União Européia e Brasil.

No meio acadêmico internacional não há um consenso sobre as reais causas do aquecimento global. Processos naturais cíclicos (atividade solar e alterações na órbita terrestre) e a ação humana são possíveis causas desse fenômeno climático. Como mecanismos climáticos muitas vezes são sistemas desordenados não-lineares, o controle das causas naturais para o aquecimento global é mais difícil de ser feito. Portanto, o monitoramento da influência humana é fundamental para conter possíveis problemas advindos com o aquecimento global. Grande parte dos pesquisadores afirma que o aumento da temperatura global é proveniente da ação humana ao lançar poluentes na atmosfera e isso está acarretando vários problemas ambientais (IPCC, 2001). Documento disponibilizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia com objetivo de esclarecer temas ligados à mudança no clima afirma que:

Se a emissão de gases efeito-estufa continuarem indiscriminadamente é possível que a temperatura média do planeta aumente entre 1,4° e 3,5 °C neste século, provocando assim mudanças climáticas sem precedentes na história da humanidade, tornando recorrentes cada vez mais incidentes climáticos como enchentes, tempestades, furacões e secas, modificando todo o padrão climático da Terra. (...) Extensas regiões do planeta ficam mais secas e os desertos se alastram. Em outras áreas, o aumento do índice de chuvas provoca enchentes. Os oceanos esquentam e expandem, inundando ilhas e litorais. Tempestades violentas acontecem onde nunca antes haviam acontecido. Colheitas são perdidas e comunidades vulneráveis abandonam suas casas, migrando para outro lugar. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT, 2006a).

---

<sup>1</sup> O IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change ou Painel Intergovernmental sobre Mudanças Climáticas) foi estabelecido para fornecer informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas, seus impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação.

Em função desse quadro, foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial que propiciaram o surgimento IPCC. A partir dos estudos feitos por essas instituições foi possível a elaboração da primeira *Framework Convention on Climate Changes* (Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança Climática) que aconteceu no Brasil na cidade do Rio de Janeiro em 1992 (Rio 92). Essa primeira conferência mundial, denominada Conferência das Partes (COP) contou com a participação de 154 países (partes) mais a União Européia. A COP passou a se reunir periodicamente para tentar solucionar o problema do aumento da temperatura na Terra. Esses países chegaram a um consenso de que o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é o gás que mais contribui para a poluição da atmosfera, uma vez que permanece na atmosfera por até 140 anos. Entre outros gases responsáveis pelo efeito estufa (*greenhouse effect*) estão o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), os perfluorcarbonos (PFC) e os hidrofluorcarbonos (HFC). (MCT, 1999)

O clima do planeta Terra é condicionado pelo fluxo contínuo de energia solar que atravessa a atmosfera em forma de luz visível. Uma parte dessa energia é enviada de volta pela Terra na forma radiação infravermelha. A presença de gases de efeito estufa é muito importante para que a Terra se mantenha aquecida, para que exista vida no planeta. Sem essa camada de retenção de energia a Terra seria em média 30° C mais fria (MCT, 2004). No entanto, a ação humana (antrópica) vem causando a concentração desses gases na atmosfera. O aumento de atividades ligadas à indústria, à agricultura e aos transportes demandou maior consumo de energia proveniente da queima de combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e carvão mineral. A queima desses combustíveis fósseis somada à mudança no uso da terra e das florestas são os principais responsáveis pela emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs). A emissão desses gases provoca a retenção do calor na superfície do planeta,

determinando o superaquecimento global. A concentração desses gases na atmosfera funciona como uma espécie de cobertor impedindo a volta da radiação solar causando o aquecimento da Terra (CENAMO, 2004).

Com os contínuos estudos sobre o aquecimento global foi possível que no terceiro encontro da Conferência das Partes, denominada de COP- 3, em 11 de dezembro de 1997, fosse adotado o Protocolo de Quioto, na cidade japonesa de Quioto. Nesse congresso ficou estabelecido que os países que mais poluem, ou seja, os países industrializados desenvolvidos devem ser responsabilizados de alguma forma pela emissão de gases poluentes. Assim, um compromisso assumido no protocolo obrigava os países signatários pertencentes ao ANEXO 1<sup>2</sup> do Protocolo a reduzir em média 5,2% em relação aos valores registrados no período de 1990, as suas emissões de gases poluentes que causam o efeito estufa. O protocolo entraria em vigor com a ratificação de pelo menos 55 partes e que essas fossem responsáveis no mínimo por 55% das emissões globais de GEEs<sup>3</sup>. O período previsto para as reduções iniciará em 2008 e encerra-se em 2012. (MCT, 2006b)

Diante dos fatos expostos acima tem-se uma preocupação generalizada por parte de vários países com os efeitos da emissão de gases de efeito estufa, principalmente, no que se refere aos efeitos sobre as condições da atmosfera. Questões como efeito estufa, aquecimento global e degradação da camada de Ozônio fizeram com que problemas que pareciam distantes passassem a fazer parte da realidade mundial. Desta forma, estudar os efeitos da emissão do dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que é de fato o grande responsável pela proliferação de tais distúrbios climáticos no planeta parece ser de suma importância como forma de direcionar políticas públicas e privadas para controlar os males advindos da emissão desse gás.

---

<sup>2</sup> O ANEXO 1 do Protocolo de Quioto é composto pelos países membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômicos (OCDE) em 1992 mais os países em transição como a Federação Russa e vários países da Europa Central e Oriental.

<sup>3</sup> Em 16 de fevereiro de 2005 entrou em vigor o Protocolo de Quioto, noventa dias após pelo menos 55 partes representantes de 55% das emissões de GEEs entregarem seus instrumentos de ratificação e aceitação.

## 2.1 Descrição do quadro brasileiro

Ao contrário do que ocorre na maioria dos países industrializados, onde a maior parcela de emissões de CO<sub>2</sub> é oriunda do uso energético de combustíveis fósseis, no Brasil 75% das emissões de CO<sub>2</sub> são provenientes da mudança do uso da terra, como o desmatamento de florestas para a utilização agropecuária. O Brasil sempre foi referência mundial na geração de energia limpa como, por exemplo, a geração de energia em larga escala pelas hidrelétricas, pelo uso do álcool no transporte ou ainda pela utilização do bagaço de cana-de-açúcar e carvão vegetal na indústria. No entanto, nos últimos anos a participação da queima de combustíveis fósseis no total das emissões de CO<sub>2</sub> pelo Brasil vem aumentando (MCT, 2004). O foco deste trabalho está nas emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis e a seguir é apresentado um panorama geral das mudanças na estrutura econômica e energética do Brasil durante os anos de 1990 a 2003.

O Balanço Energético Nacional publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) de 2004 lista 24 fontes energéticas, sendo 9 primárias e 15 secundárias<sup>4</sup>. No entanto, para este trabalho foram selecionadas as fontes energéticas mais representativas na matriz energética brasileira, quais sejam: Gás Natural (primária), Carvão Mineral (secundária), Óleo Diesel (secundária), Óleo Combustível (secundária), Gás Liquefeito do Petróleo (secundária), Querosene e Coque de Petróleo (secundária), Eletricidade (secundária), Gasolina Automotiva (secundária) e Álcool Etílico (secundária). Portanto, todos dados e informações com relação ao consumo de energia e total de emissões de CO<sub>2</sub> são referentes às fontes energéticas escolhidas. A fonte Eletricidade não gera emissões de CO<sub>2</sub> e estudos referentes às emissões

---

<sup>4</sup> Entende-se por energia primária as fontes energéticas providas pela natureza, na sua forma direta, enquanto que as fontes de energia secundárias são produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação cujo destino são os diversos setores de consumo e, eventualmente, outro centro de transformação (MME, 2004).



provenientes da decomposição da biomassa, da ebulição e da difusão molecular nas represas formadas pelas barragens das usinas hidrelétricas ainda são muito incipientes (MCT 2004).

Outra ressalva importante se refere ao escopo deste trabalho. O intuito deste estudo está voltado para o comportamento da demanda intermediária dos setores da economia brasileira e, portanto, define-se aqui consumo energético como o consumo de energia realizado por esses setores para atender a demanda final por bens e serviços. Não está incluído o consumo direto de energia feito pelos componentes da demanda final, embora na realização da decomposição estrutural o consumo de bens e serviços diretos esteja sendo considerado. Portanto, as emissões de CO<sub>2</sub> estão associadas ao consumo energético pelos setores intermediários da economia.

Segundo dados da pesquisa, elaborados a partir do Balanço Energético Nacional do Ministério de Minas e Energia do Brasil (MME, 2004), o consumo energético<sup>5</sup> (CE) no Brasil de 1990 a 2003 passou de 2.672 milhões de GJ (gigajoule) para 4.043 milhões de GJ, um aumento médio de 2,65% a.a. Já as emissões de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>) associadas ao uso de fontes energéticas tiveram um crescimento anual médio de 2,88% a.a., passando de 39.522 Gg (gigagrama) para 58.632 Gg, representando um crescimento total de 48,35% durante o período.

Já o Produto Interno Bruto (PIB), durante o período em questão, apresentou uma taxa média de crescimento em termos reais de 2,23% a.a., passando de R\$ 1.154 bilhões em 1990 para R\$ 1.556 bilhões em 2003<sup>6</sup>. A Tabela 1 mostra o crescimento anual de cada um desses três indicadores.

Pela Figura 1 pode-se ver que tanto o consumo de energia quanto as emissões de CO<sub>2</sub> acompanharam a evolução do PIB, à exceção de 2001<sup>7</sup> e 2003 para o consumo de energia e

---

<sup>5</sup> Para ver mais sobre unidades de medidas utilizadas neste trabalho, consultar o ANEXO B e ANEXO C.

<sup>6</sup> Todos os valores monetários estão em R\$ de 2003. Ver Capítulo 3.

<sup>7</sup> Em 2001 o país passou por uma crise no fornecimento de energia, o chamado “Apagão”, que obrigou os consumidores a reduzirem o consumo de energia.

1999 e 2003 para as emissões de CO<sub>2</sub>. O ano de 2003 foi marcado por incertezas com a posse do novo governo, inibindo o consumo das famílias e a formação bruta de capital fixo, dois componentes do PIB que demandam direta ou indiretamente uma quantidade considerável de energia, além do fato de que o setor de Transporte passou a substituir o óleo diesel pelo gás natural como fonte de energia, contribuindo para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Com o auxílio da Tabela 1 nota-se que a taxa de crescimento do consumo energético e das emissões de CO<sub>2</sub> é superior à taxa de crescimento do PIB, principalmente em meados da década de 1990, época em que muitas usinas termoeletricas entraram em operação, juntando-se às usinas hidrelétricas na geração de energia. Soma-se a isso a substituição do uso do carvão vegetal pelo carvão mineral, basicamente no setor de Siderurgia (WACHSMANN, 2005).

Tabela 1 – Taxa<sup>8</sup> de crescimento anual do PIB, do consumo energético e das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – 1990 a 2003

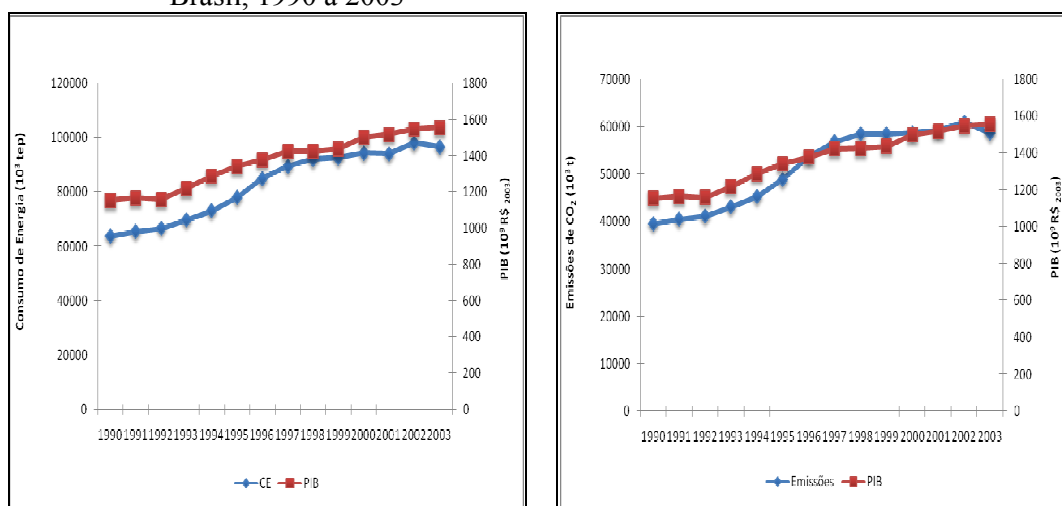
	PIB (%)	CE (%)	CO <sub>2</sub> (%)
1991	1,03	2,7	2,6
1992	-0,54	1,8	1,6
1993	4,92	4,5	4,6
1994	5,85	4,9	5,0
1995	4,22	6,7	8,1
1996	2,66	8,8	9,8
1997	3,27	5,4	5,9
1998	0,13	2,8	2,9
1999	0,79	0,8	-0,1
2000	4,36	1,8	0,5
2001	1,31	-0,3	0,8
2002	1,93	4,2	3,0
2003	0,54	-1,5	-3,9
Taxa anual	2,23	2,65	2,88

Fonte: MME (2004).

<sup>8</sup> Para o cálculo da taxa de crescimento foi utilizada a seguinte fórmula  $r = \frac{V_{t+1} - V_t}{V_t}$ , em que  $r$  = taxa de crescimento;  $V_{t+1}$  = valor no tempo  $t+1$ ;  $V_t$  = valor no tempo  $t$ .

O aspecto predatório do uso do carvão vegetal inibiu a continuação do uso dessa fonte de energia que dominou o setor siderúrgico durante toda a década de 1980. Como colocam Poole et al. (1998) a volta da utilização do carvão vegetal pela indústria siderúrgica está condicionada a novos investimentos em tecnologia que aumentem a eficiência energética na utilização de florestas plantadas.

Figura 1 – Evolução do PIB, do Consumo de Energia e das Emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil, 1990 a 2003

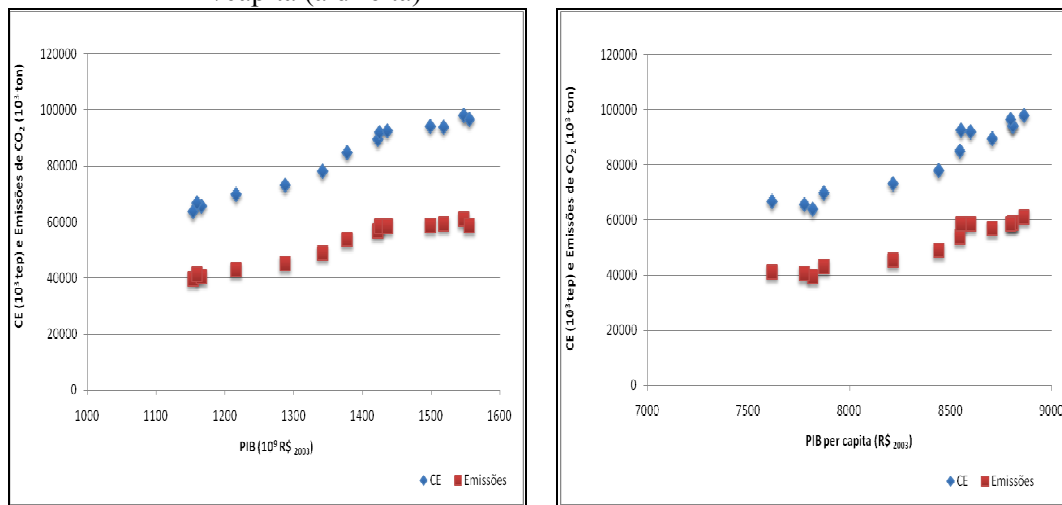


Fonte: Elaborados a partir de MME (2004).

O Brasil, durante o período analisado, apresentou um comportamento diferenciado do que normalmente ocorre nos países desenvolvidos, nos quais chega a ocorrer um decréscimo do consumo de energia mesmo acompanhado de longos períodos de crescimento econômico (ARRAES et al., 2006). A Figura 2 mostra a relação consumo de energia, emissões de CO<sub>2</sub> e PIB, PIB *percapita*. Pode-se ver a relação positiva entre as variáveis, evidenciando que o Brasil, na busca por atingir um estágio superior de desenvolvimento, se utiliza ainda de estruturas de produção que requerem muita energia. No entanto, em termos internacionais o Brasil apresenta um dos menores índices de emissões de CO<sub>2</sub> e de consumo energético no mundo (ALVIN et al., 2007).

Razões para isso são a abundância, no Brasil, de recursos hídricos para geração de energia elétrica, além de não precisar utilizar energia para o uso em aquecedores domiciliares, muito comum nos países do hemisfério norte onde o frio é mais intenso.

Figura 2 – Relação entre Consumo de Energia/Emissões de CO<sub>2</sub> e PIB (à esquerda) e PIB/capita (à direita)



Fonte: Elaborados a partir de MME (2004).

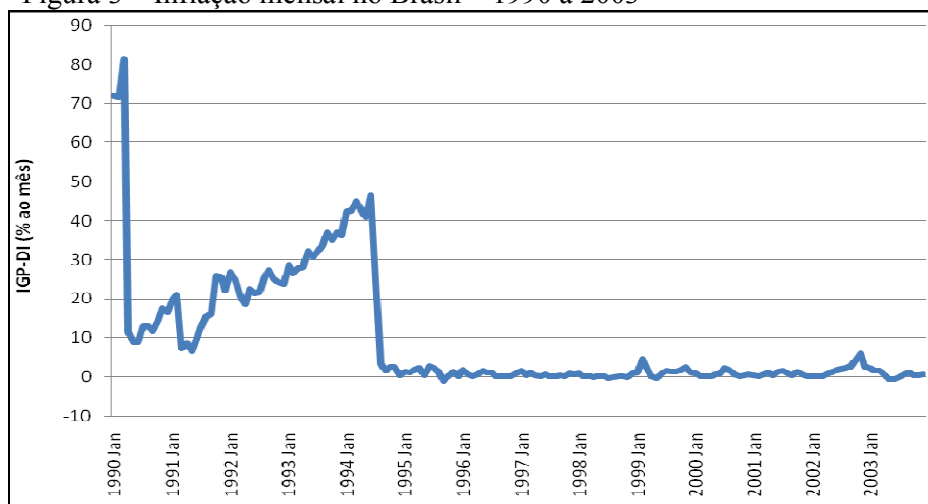
A seguir são descritas com mais detalhes as principais mudanças estruturais ocorridas na economia brasileira e também as mudanças nos usos das fontes energéticas.

### 2.1.1 Panorama Econômico no Brasil – 1990 a 2003

A década de 1990 sempre será lembrada como o período histórico no qual o Brasil conseguiu, com êxito, controlar os níveis de inflação e mantê-los estáveis por um período de tempo mais extenso. Depois de uma longa batalha contra o até então inimigo número 1 da economia e depois de no mínimo cinco planos econômicos, em 1994, com a implementação do Plano Real, a inflação foi definitivamente controlada. Hoje, após doze anos do Plano Real, o povo brasileiro e os agentes econômicos já se adaptaram a uma realidade de estabilidade de

preços e isso, sem dúvida, é algo de que poucos estão dispostos a abrir mão. A Figura 3 ilustra a queda brusca da inflação medida pelo Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna (IGP-DI) em 1994 e sua subsequente estabilização.

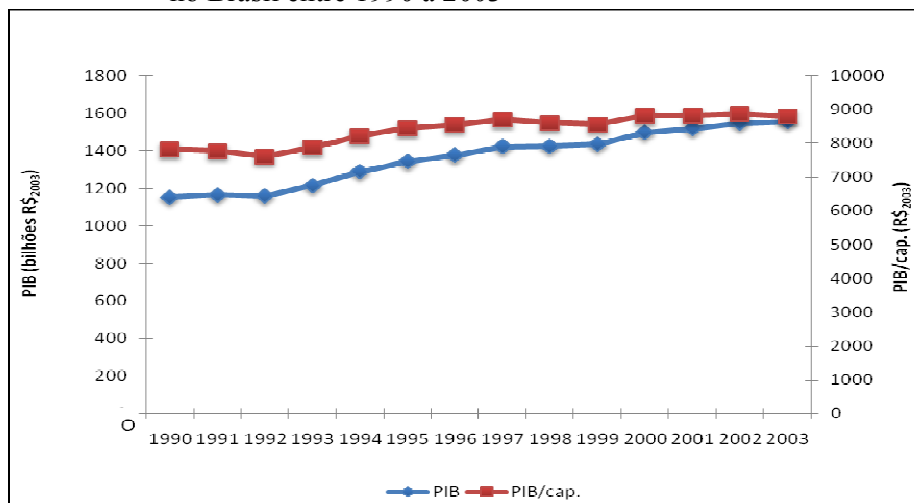
Figura 3 – Inflação mensal no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: IPEA (2006).

A Figura 4 mostra a evolução do PIB de 1990 a 2003. Como mencionado anteriormente, o crescimento econômico nesse período foi bem modesto. Mesmo com todas as transformações sofridas pela economia brasileira, tais como a abertura econômica, as privatizações, o controle da dívida pública e a estabilização monetária, o Brasil ainda não conseguiu responder à altura em termos de desempenho econômico, crescendo menos do que países emergentes com características similares, como a Índia, Rússia, México e China. O próprio controle da inflação exigiu que restrições fossem feitas e ainda a lentidão na implementação das reformas nas contas públicas e externas, aliada a supervalorização do Real nos anos de 1990 não permitiram que o país passasse imune às várias crises ocorridas ao redor do mundo AVERBUG e GIAMBIAGI (2000). Esses são motivos que podem explicar desempenho tão discreto.

Figura 4 – Evolução do PIB (bilhões R\$<sub>2003</sub>) e do PIB per capita (R\$<sub>2003</sub>) no Brasil entre 1990 a 2003

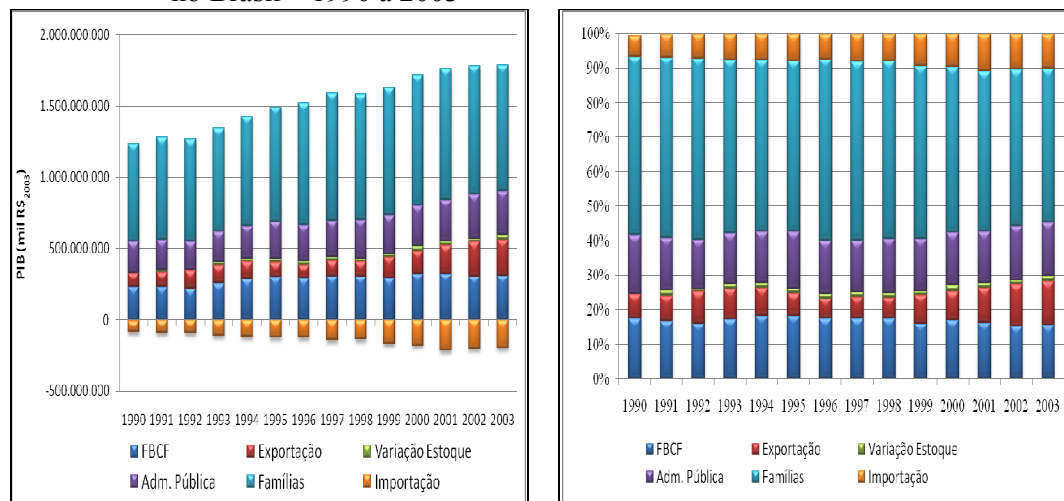


Fonte: IBGE (2003).

Outra maneira de acompanhar a evolução do PIB é analisá-lo sob a ótica da despesa. A Figura 5 demonstra o comportamento de cada componente do PIB: Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), Exportação, Variação de Estoque, Consumo da Administração Pública, Consumo das Famílias, além das Importações. Como se pode ver, a alteração mais significativa se deu pelo aumento das exportações e importações, resultado da abertura comercial no início da década de 1990.

A participação do consumo da administração pública se manteve praticamente estável ficando em torno dos 15%. Já o consumo das famílias, que é o principal componente do PIB vem perdendo participação desde 1990. Em 2003 esse item representava 44% do PIB. A política de juros altos para conter a pressão inflacionária teve seu reflexo na contenção do consumo das famílias (IBGE, 2003).

Figura 5 – Evolução e composição do PIB (a preços básicos) sobre a ótica da despesa no Brasil – 1990 a 2003



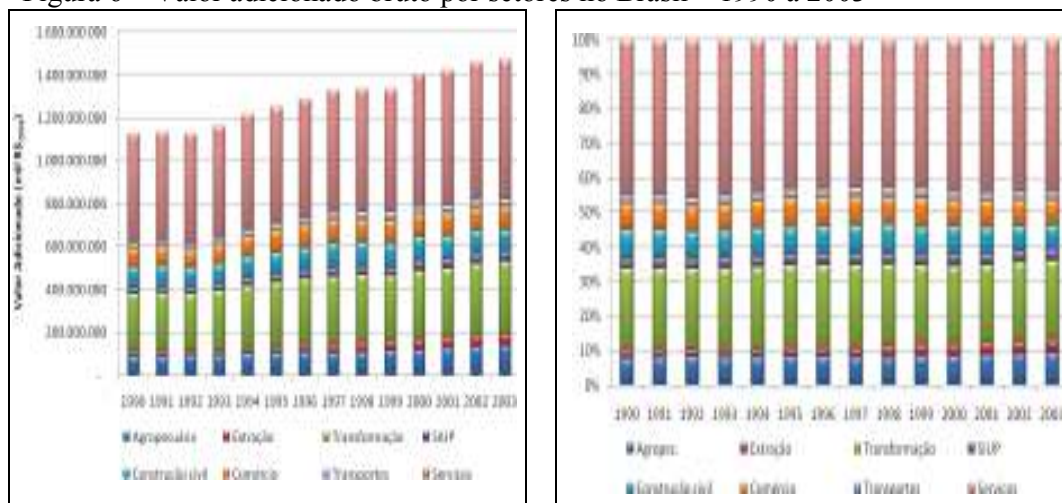
Fonte: IBGE (2003).

Para uma análise setorial, as Figuras 6 e 7 revelam a evolução do valor adicionado bruto por setores da economia e por sub-setores do setor Transformação<sup>9</sup>. O setor Agropecuária apresentou acréscimos em termos absolutos e a sua participação percentual no valor adicionado da economia passou de 7,89% em 1990 para 9,4% em 2003. Esse setor teve bom desempenho desde a segunda metade da década de 1990, como mostra Vicente (2005). Já o setor de Extração, principalmente as atividades ligadas ao petróleo, com os investimentos feitos pela Petrobrás vem conseguindo expandir sua participação no total do valor adicionado (ARAGÃO, 2005). O setor de Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP), representado majoritariamente por serviços de energia elétrica aumentou levemente sua participação. Segundo Wachsmann (2005) a reestruturação do setor, proveniente da liberalização do mercado e da nova regulamentação, contribuiu para o aumento da produtividade, do lucro e do valor adicionado das empresas do setor. A participação do setor Construção Civil reduziu em 2%, reflexo da crise enfrentada pelo setor entre os anos de 1999 e 2003. O setor Comércio se manteve estável em termos de participação no valor adicionado como também foi o caso do

<sup>9</sup> As matrizes de insumo-produto no Brasil são compostas por 42 setores. Como forma de facilitar a apresentação dos dados neste capítulo, optou-se por agregar alguns setores similares, tendo como base a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE (2004). O ANEXO A traz a lista dos setores agregados.

setor Transportes. O setor Serviços é o que representa maior parte na composição do valor adicionado, 44%, e vem aumentando essa parcela desde 1997. A alta dos juros nesse período provocou uma transferência do capital da economia para setores de serviços financeiros e aluguel. O avanço do setor serviços também é impulsionado pelo dinamismo de serviços modernos como as comunicações e serviços de informática (MATIAS, 2006).

Figura 6 – Valor adicionado bruto por setores no Brasil – 1990 a 2003



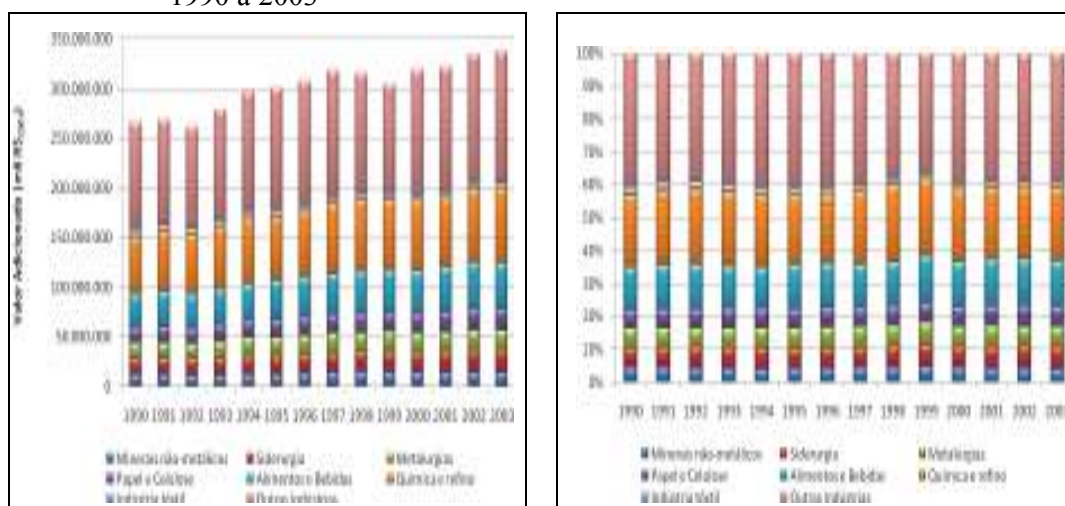
Fonte: IBGE (2003).

A participação do setor Transformação (22%) praticamente se manteve estável durante o período analisado, sofrendo pequena redução em 2001. Dentro do setor Transformação merece destaque a diminuição da participação do setor têxtil. Este setor vem enfrentando dificuldades com a competição externa, especialmente de produtos de países asiáticos. Na década de 1990 a alíquota para importação de tecidos era de 70% e passou para 18% logo em seguida em 1991, afetando toda a cadeia produtiva têxtil no Brasil. A concorrência com o mercado externo tem forçado o setor têxtil a se reestruturar na busca de novas tecnologias para atender o mercado interno (MONTEIRO FILHA e CORREA, 2002).



O setor Química e Refino, além do setor Outras Indústrias, tem considerável participação na composição do valor adicionado no setor Transformação. Esse setor é responsável pela destilação de álcool, pela fabricação de produtos do petróleo como o asfalto, lubrificantes, materiais sintéticos e fibras artificiais, entre outros. Os demais setores se mantiveram estáveis durante os 14 anos de análise.

Figura 7 – Valor adicionado bruto por sub-setores do setor Transformação no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: IBGE (2003).

## 2.1.2 Mudanças na estrutura energética do Brasil – 1990 a 2003

Como mostrado anteriormente, de maneira geral o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub> acompanham o crescimento do PIB. A Tabela 2 mostra em termos absolutos essa evolução e inclui indicadores de intensidade energética e de CO<sub>2</sub>. Nota-se que em 1990 eram necessários 2,315 MJ (megajoule) de energia para produzir uma unidade monetária. Em 2003, esse índice aumentou para 2,598 MJ/R\$<sub>2003</sub>, ou seja, consumia-se mais energia em 2003 do

que em 1990 para produzir a mesma quantidade de produto. O mesmo ocorre com o índice de emissões de CO<sub>2</sub>, que passou de 0,034 kg/R\$<sub>2003</sub> para 0,038 kg/R\$<sub>2003</sub>.

No entanto, é interessante frisar que tanto o índice de intensidade energética quanto o de intensidade de CO<sub>2</sub> tiveram seguidas elevações até 1998 e a partir desse ano passaram a apresentar quedas. Novamente cabe lembrar que, nesse caso, números menores indicam melhoria na eficiência no uso das fontes energéticas, ou seja, necessita-se de menos energia ou emite-se menos CO<sub>2</sub> na geração de uma unidade monetária.

Tabela 2 – Intensidade energética e de carbono no Brasil – 1990 a 2003

	Consumo de Energia (1.000.000 GJ)	Emissão de CO <sub>2</sub> (1.000 t) <sup>10</sup>	PIB (bilhões R\$ <sub>2003</sub> )	Intensidade Energética (MJ/R\$ <sub>2003</sub> )	Intensidade de carbono (kg/R\$ <sub>2003</sub> )
1990	2.672	39.522	1.154	2,315	0,034
1991	2.745	40.539	1.166	2,354	0,035
1992	2.795	41.190	1.160	2,410	0,036
1993	2.919	43.098	1.217	2,399	0,035
1994	3.063	45.254	1.288	2,378	0,035
1995	3.289	48.904	1.342	2,450	0,036
1996	3.555	53.673	1.378	2,580	0,039
1997	3.745	56.853	1.423	2,632	0,040
1998	3.851	58.485	1.425	2,702	0,041
1999	3.880	58.448	1.436	2,701	0,041
2000	3.949	58.754	1.499	2,635	0,039
2001	3.938	59.243	1.518	2,593	0,039
2002	4.104	61.026	1.548	2,652	0,039
2003	4.043	58.632	1.556	2,598	0,038

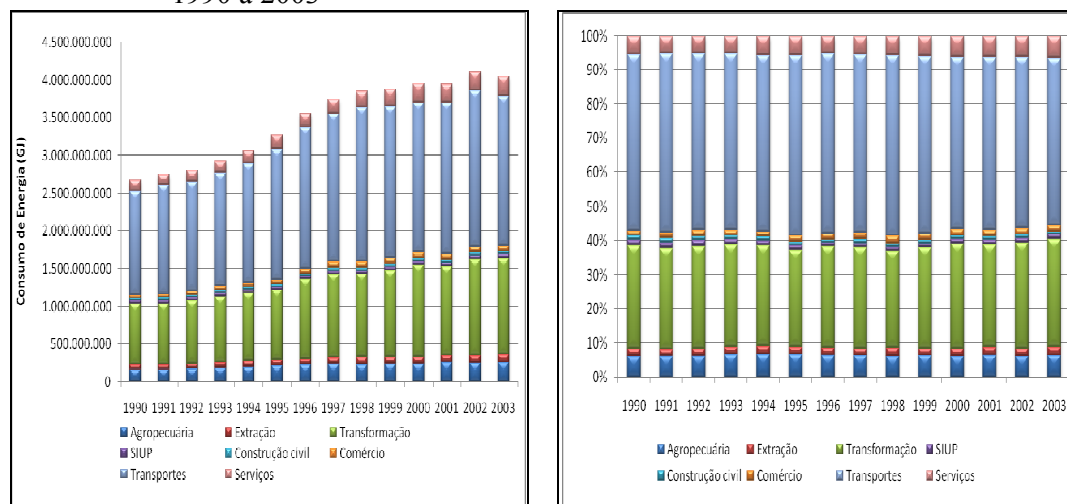
Fonte: Elaborados a partir de MME (2004).

A análise da Tabela 2 em conjunto com a Tabela 1 revela que até 1998 o ritmo de crescimento do consumo energético e das emissões de CO<sub>2</sub>, em média, esteve acima dos 4% a.a., superior à taxa de crescimento do PIB, e em seguida se estabiliza.

A Figura 8 indica essa tendência, só que agora especificando a participação de cada setor no consumo de energia. Já a Figura 9 traz as emissões de CO<sub>2</sub> de cada setor de 1990 a 2003. Os setores que mais demandavam energia em 2003, por ordem decrescente, são: Transportes, Transformação, Agropecuária, Serviços, Extração, Comércio, SIUP e Construção Civil.

<sup>10</sup> Metodologia de cálculo está descrita no Capítulo 3.

Figura 8 – Volume e Participação (%) no consumo de energia por setores no Brasil – 1990 a 2003

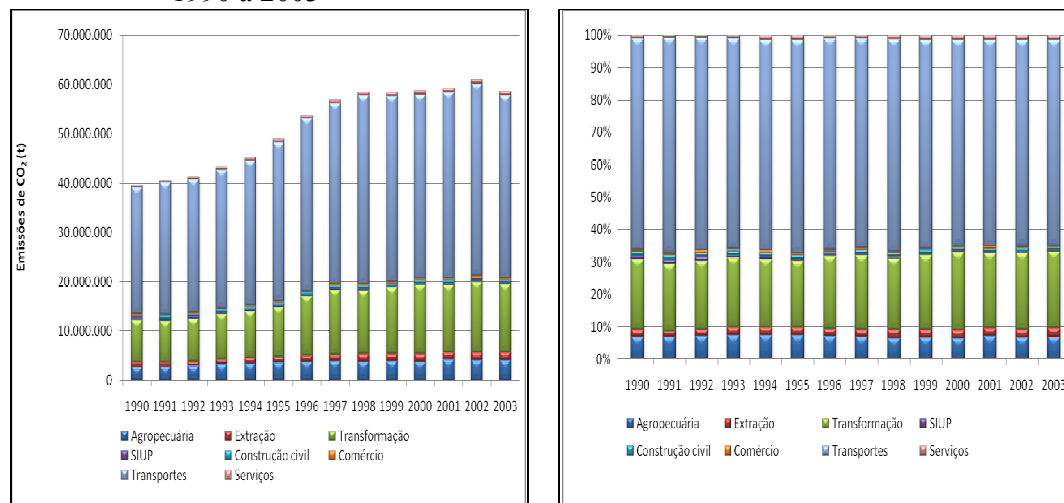


Fonte: Elaborados a partir de MME (2004).

Em termos de emissões de CO<sub>2</sub> a ordem de importância entre os setores se altera um pouco dado que o setor Construção Civil toma o lugar de Comércio e SIUP. Como será visto adiante, isso é reflexo da matriz energética utilizada por cada setor, composta por fontes com maior ou menor fator de emissão de poluentes.

As Figuras 8 e 9 ratificam o que foi dito anteriormente, que de 1994 a 1998 o total de energia consumida e o total de emissões associadas de CO<sub>2</sub> lançadas pelos setores da economia brasileira, aumentou consideravelmente. Esse foi um período de ajustes da economia brasileira e, porque não, de otimismo também, em que empresários buscaram reestruturar seus negócios, ampliar suas plantas, produzir mais para atender um mercado consumidor ampliado pelo ambiente de estabilidade monetária. Tudo isso, claro, demandou mais energia.

Figura 9 – Volume e Participação (%) das emissões de CO<sub>2</sub> por setores no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: Elaborados a partir de MME (2004).

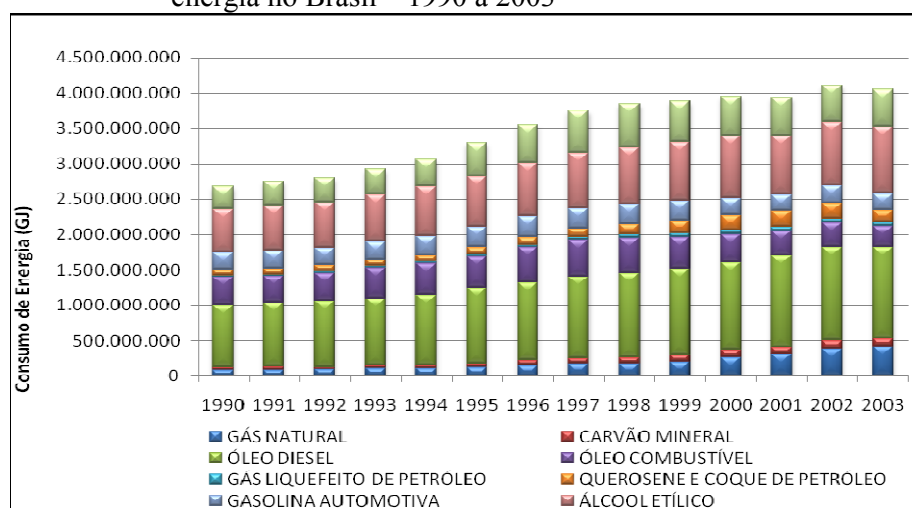
O aumento do consumo de energia pelos setores intermediários da economia brasileira esteve ligado às mudanças dos tipos de fontes utilizadas. Em 1990 o óleo diesel representava 32% do total consumido das fontes energéticas, seguido da eletricidade, 22% e do óleo combustível, com 14%. Gás natural, carvão mineral e gás liquefeito de petróleo (GLP) representavam juntos apenas 5%. A Figura 10 indica a tendência do consumo entre as diversas fontes energéticas. Verifica-se como a participação do gás natural aumentou consideravelmente, atingindo 10% da matriz energética dos setores intermediários. Com os investimentos feitos pela Petrobrás na construção do Gasoduto Brasil-Bolívia, além de toda rede de distribuição instalada, principalmente no estado de São Paulo, o acesso ao gás natural se tornou viável (BNDES, 1997a). Além de ser uma fonte mais barata, a utilização do gás natural contribui para redução das emissões de CO<sub>2</sub> por ser menos poluente do que as demais fontes.

O Brasil em 2005 sofreu uma crise relacionada ao fornecimento de gás pela Bolívia, uma vez que o governo desse país tomou a decisão de retomar o controle das reservas de petróleo e gás até então nas mãos de empresas estrangeiras, entre elas a Petrobrás. A

concretização da ameaça de aumento do preço do gás fornecido ao Brasil pode influenciar o padrão de consumo dessa fonte nos próximos anos<sup>11</sup>.

Já em 2003, o uso do óleo combustível perdeu participação (7,45%) enquanto que a utilização da gasolina automotiva e da eletricidade se manteve estável em termos percentuais. Como pode ser visto no ANEXO F, o carvão mineral passou a representar 2,75% na matriz energética, aumento puxado basicamente pelo uso no setor siderúrgico.

Figura 10 – Consumo de energia dos setores intermediários por fontes de energia no Brasil – 1990 a 2003



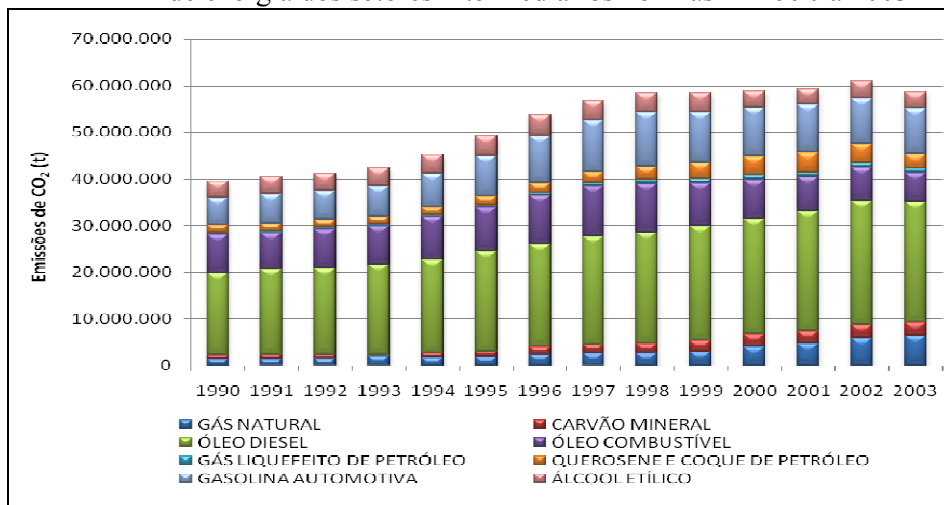
Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Em termos de emissões de CO<sub>2</sub>, a queima do óleo diesel é a que mais contribui para o aumento do total emitido, representando em 1990, 44% das emissões, mantendo praticamente estável esse índice até 2003. Óleo combustível e gasolina automotiva seguem a lista dos combustíveis que mais poluem, sendo que em 1999, as emissões pelo uso da gasolina automotiva já ultrapassara o total emitido pelo uso do óleo combustível. Em 2003, o óleo combustível participava com 11% e a gasolina automotiva com 16%. As contribuições das

<sup>11</sup> Costa et. al. (2006) fizeram projeções do impacto do aumento dos preços do gás natural importado da Bolívia na economia brasileira. Os resultados obtidos indicam que as atividades de refino do petróleo, indústria pesada da metalurgia, fabricação de veículos e peças e também a indústria petroquímica seriam as mais prejudicadas com a elevação do preço do gás importado.

demais fontes em 2003 foram: gás natural (11%), álcool etílico (6%), querosene e coque de petróleo (5%), carvão mineral (5%) e GLP (2%). A evolução em termos absolutos pode ser acompanhada pela Figura 11.

Figura 11 – Emissões de CO<sub>2</sub> por diferentes fontes energéticas no consumo de energia dos setores intermediários no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Este capítulo teve como intenção dar um panorama geral do Brasil em termos de consumo de energia e emissões de CO<sub>2</sub>, relacionando esses indicadores com dados de desempenho econômico. Destaque para o crescente uso do gás natural como fonte de energia e para o setor de Transporte, responsável pelo maior consumo de energia.

O capítulo seguinte traz a descrição da metodologia empregada neste trabalho.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 A teoria de insumo-produto

O modelo de insumo-produto em seu uso mais conservador determina os níveis de produção requeridos para atender a uma determinada demanda final. As informações neste modelo são reunidas em uma matriz de saídas e entradas, denominadas de Matrizes de Insumo-Produto (MIP) sendo um arranjo de números em linhas e colunas nas quais estão informações do fluxo monetário entre os diversos setores<sup>12</sup> da economia em um determinado período de tempo. Nas linhas estão contidos os produtos produzidos por cada setor, enquanto nas colunas está o que cada setor adquire de insumos utilizados no processo produtivo. Constam ainda colunas adjacentes referentes aos componentes da demanda final, além de linhas referentes ao valor adicionado pago por cada setor (RICHARDSON, 1978).

A análise usando MIP avançou significativamente a partir do primeiro trabalho empírico feito em 1936 para a economia americana. Nesse trabalho o professor russo Wassily Leontief publicou as relações intersetoriais dos EUA, o que lhe rendeu em 1973 o Prêmio Nobel de Economia. Vale ressaltar que as origens do modelo de IP são bem mais antigas e remontam a nomes como o do economista francês François Quesnay. Em seu *Tableau Economique* de 1758, Quesnay descreve as transações econômicas de forma analítica e contribui de maneira significativa com o pensamento econômico. Outro economista reconhecido que buscou estudar a economia por uma ótica mais abrangente foi o também francês Léon Walras que em seu modelo de equilíbrio geral destacou a interdependência entre os setores produtivos da economia. No entanto, a importância de Leontief para o estudo da

---

<sup>12</sup> Na literatura concernente aos modelos de insumo-produto é comum encontrar termos sinônimos referentes ao setor produtivo como indústria ou atividade.

economia como um todo se dá pelo fato dele ter apresentado essas relações intersetoriais em uma notação mais simplificada permitindo que as equações do modelo fossem estimadas empiricamente, uma vez que foram expressas na sua forma linear mais simples (RICHARDSON, 1978). Em 1941, Leontief amplia seu trabalho e publica seu célebre livro “*The Structure of the U.S. Economy*”, no qual as relações intersetoriais estão mais completas estendendo-se a um número maior de setores.

O Quadro 1, a seguir, mostra de maneira simplificada a estrutura de uma MIP e as relações fundamentais entre os blocos de contas.

Quadro 1 – Matriz simplificada de Insumo-Produto

	<b>Produtos (i)</b>	<b>Setores (j)</b>	<b>Demanda Final</b>	<b>Total</b>
<b>Produtos (i)</b>		$U_{ij}$	$E_i$	$Q_i$
<b>Setores (j)</b>	$V_{ji}$			$X_j$
<b>Importação</b>		$M_j$	$Mdf$	
<b>Tributos</b>		$T_j$	$Tdf$	
<b>Salários</b>		$W_j$		
<b>Total</b>	$Q_i'$	$X_j'$		

Fonte: Adaptado de MILLER e BLAIR (1985).

em que:

$V_{ji}$  – Matriz de Produção;

$U_{ij}$  – Matriz de Uso;

$E_i$  – Demanda final por produto  $i$ ;

$Q_j$  – Valor da produção total por produto  $i$ ;

$M_j$  – Importações do setor  $j$ ;

$T_j$  – Tributos pagos pelo setor  $j$ ;

$Mdf$  – Importações agregadas da demanda final;

$Tdf$  – Tributos pagos pela demanda final;

$W_j$  – Salários pagos no setor  $j$ ;

$X_j$  – Valor da produção total por setor  $j$ ;



Segundo Miller e Blair (1985)<sup>13</sup>, algumas relações podem ser retiradas das MIP. Tomando somente a matriz de uso  $U$  que é disposta em  $i$  produtos por  $j$  setores, pode-se obter a matriz de proporções  $B$ , dividindo cada elemento de  $U$  pelo vetor da produção total por setor,  $X$ . O caractere “ $\hat{\phantom{x}}$ ” indica que a matriz foi diagonalizada.

$$B = U(\hat{X})^{-1} \quad (3.1)$$

Os elementos da matriz  $B$  expressam o insumo do produto  $i$  necessário para produzir uma unidade monetária do produto do setor  $j$ .

Por outro lado, tomando a matriz de produção  $V$ , disposta em  $j$  setores por  $i$  produtos, chega-se a matriz de proporções  $D$ . Se cada elemento da matriz  $V$  for dividido pelo vetor de produção total de produtos,  $Q$ , tem-se a matriz simétrica a seguir:

$$D = V(\hat{Q})^{-1} \quad (3.2)$$

A matriz  $D$ , também conhecida como matriz de cota de mercado (*market-share*) mostra o total da produção do produto  $i$  produzido pelo setor  $j$ . Acatando a hipótese da tecnologia da indústria admite-se que o total de produção do produto  $i$  é provido pelos setores em proporções fixas. Nesse caso não se altera o *market-share* de cada setor.

O modelo de insumo-produto pode ser analisado sob quatro enfoques: setor  $\times$  setor, setor  $\times$  produto, produtor  $\times$  setor, produto  $\times$  produto. O mais utilizado é a abordagem setor  $\times$  setor com a tecnologia baseada na indústria, ou seja, um dado produto é fabricado por várias indústrias e a participação da indústria no mercado não se altera. O conjunto de equações abaixo mostra a derivação da relação entre o produto total,  $X$ , e a demanda final,  $Y$ , através da inversa de Leontief,  $(I-A)^{-1}$ , obedecendo a abordagem setor  $\times$  setor, empregada neste trabalho:

---

<sup>13</sup> Para maiores detalhes da especificação do modelo, consultar MILLER e BLAIR (1985), capítulo 5, p. 159-174.

$$\begin{aligned}
X &= D(I - BD)^{-1} E \\
D^{-1}X &= (I - BD)^{-1} E \\
(I - BD)D^{-1}X &= E \\
(D^{-1} - B)X &= E \\
D(D^{-1} - B)X &= DE \\
(I - DB)X &= Y \\
X &= [(I - DB)^{-1}]Y
\end{aligned} \tag{3.3}$$

em que:

$A = DB$  é a definição dos coeficientes técnicos da Inversa de Leontief.

$Y = DE$  é a definição da demanda final setorial a partir da demanda final por produtos.

Segundo United Nations (1999) a hipótese da tecnologia baseada no produto é mais razoável em relação à da tecnologia baseada na indústria, no entanto, esta tem a vantagem sobre aquela, pois as matrizes  $B$  e  $D$  não precisam ser simétricas, permitindo a geração da inversa de Leontief sem maiores problemas. Machado (2002) e Wachsmann (2005) afirmam que a hipótese da tecnologia baseada na indústria é apropriada para o tratamento de dados energéticos devido ao fato de que, em geral, a produção desses bens é caracterizada por processos distintos de cada setor.

A conciliação do modelo de insumo-produto com os dados energéticos foi feita seguindo o modelo dos coeficientes diretos e não o modelo de unidades híbridas. Esta escolha se deu baseado na comodidade do tratamento dos dados. Como as classificações dos setores nas tabelas de insumo-produto e no Balanço Energético Nacional são diferentes, a compatibilização dos fluxos energéticos em unidades físicas com os valores monetários se torna complicada e requer uma quantidade de dados muito específicos. Já no modelo de coeficientes diretos essa adequação dos dados é mais simples e atende as necessidades deste trabalho.

Cabe destacar que o sistema de Leontief segue os seguintes pressupostos:

- (i) Ausência de ilusão monetária por parte dos agentes econômicos;

- (ii) Retornos constantes à escala;
- (iii) Proporções fixas;
- (iv) Preços constantes;
- (v) Mudanças tecnológicas ocorrem lentamente;
- (vi) Equilíbrio geral da economia a um dado nível de preços.

O fato de fornecer retornos constantes de escala indica que as funções são lineares e homogêneas.

### **3.2 Análise de Decomposição**

Quando o objetivo de análise é identificar as causas das variações no consumo energético e nas emissões associadas de CO<sub>2</sub> em um determinado intervalo de tempo, duas técnicas capazes de identificar os diversos fatores se apresentam: a Análise de Decomposição de Índice (*Index Decomposition Analysis – IDA*) e a Análise de Decomposição Estrutural (*Structural Decomposition Analysis – SDA*).

As duas técnicas se assemelham muito, pois podem ser usadas para distinguir como mudanças setoriais, avanços tecnológicos e crescimento econômico provocam variações nas variáveis macroeconômicas e ambientais. No entanto, existem diferenças entre os dois tipos de decomposição que também serão abordadas a seguir.

Esta seção está dividida em duas partes. Na primeira são discutidas as semelhanças e diferenças entre as duas técnicas, procurando listar os diversos trabalhos que fizeram uso da análise de decomposição. No tópico seguinte tem-se a descrição do modelo de decomposição estrutural escolhido para a realização deste trabalho.

### 3.2.1 Comparação entre SDA e IDA.

É importante entender as mudanças econômicas, sociais e ambientais que ocorrem ao longo do tempo e assim perceber quais forças estão, e para onde, conduzindo a economia.

As técnicas IDA e SDA permitem decompor em vários fatores as variações dos indicadores socioeconômicos e ambientais.

Ang (1995a) faz uma catalogação de 46 estudos enfatizando os níveis de agregação adotados. Em outro trabalho Ang (1995b) reúne 51 estudos e os classifica segundo a abordagem empregada, ao período de análise e também quanto ao tipo de energia utilizada. Ang e Zhang (2000) identificam 109 trabalhos que aplicaram a IDA e 15 que usaram a SDA, incluindo os novos métodos propostos para as duas técnicas. Hoekstra e Bergh (2003) relatam 29 aplicações de SDA.

A ampla maioria dos trabalhos realizados emprega as técnicas de decomposição para análises ambientais, principalmente as relacionadas ao consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>. Contudo, a IDA e a SDA também já foram empregadas para estudos relacionados com importações, mercado de trabalho, setor produtivo, entre outros<sup>14</sup>.

Avaliando os diversos trabalhos realizados até agora, percebe-se que boa parte deles adota a técnica IDA. Isso indica uma das diferenças entre as duas técnicas: Enquanto a SDA utiliza dados oriundos das matrizes de insumo-produto, a IDA utiliza apenas informações agregadas da economia limitadas aos níveis setoriais (WACHSMANN, 2005). A IDA requer um número menor de dados do que a SDA. Como ressaltam Hoekstra e Bergh (2003), ao mesmo tempo em que isso pode ser uma vantagem para a IDA, pois facilita sua aplicação, também é uma desvantagem, uma vez que, ao não utilizar informações da demanda final

---

<sup>14</sup> Destaque para os estudos de SKOLKA (1989), CANTUCHE (2000), DIETZENBACHER e LOS (2000), DIETZENBACHER e HOEKSTRA (2000), PAMUKÇU e BOER (2000) e CHÓLIZ e DUARTE (2004).

presente nas matrizes de insumo-produto, a IDA fornece informações menos detalhadas da estrutura da economia.

Outra diferença entre as duas técnicas consiste no número de fatores que podem ser determinados. Hoekstra e Bergh (2003) separam esses fatores da seguinte forma: Efeito Atividade, causado pela variação da produção total. Esse efeito pode ser mensurado tanto pela IDA quanto pela SDA. Efeito Estrutura, causado por mudanças na participação da produção dos setores da economia. Somente a IDA capta esse efeito. Efeito Tecnológico, medido apenas pela SDA, indica o efeito das variações na composição dos insumos intermediários<sup>15</sup>. Efeito Intensidade (IDA e SDA) capta o efeito da mudança no nível de uso de um indicador, por exemplo, intensidade energética por unidade de produto total. E ainda o Efeito da Demanda Final. Esse efeito somente é fornecido pela SDA e é causado por variações na estrutura da demanda final.

As duas técnicas de decomposição podem adotar tanto a forma matemática multiplicativa quanto a forma aditiva. A forma multiplicativa decompõe o crescimento relativo de determinado indicador, no caso, consumo energético ou intensidade energética em vários fatores, sendo:

$$\frac{V^t}{V^{t-1}} = D_{x1} D_{x2} \dots D_{xn} D_{xrsd} \quad (3.4)$$

A forma aditiva decompõe as diferenças de um indicador em vários fatores:

$$V^t - V^{t-1} = D_{x1} + D_{x2} + \dots + D_{xn} + D_{xrsd} \quad (3.5)$$

em que  $V^t$  é determinado indicador no tempo  $t$  e  $V^{t-1}$  é o mesmo indicador, agora no tempo  $t-1$ ;  $D_{xi}$  são todos os possíveis fatores de decomposição.

Hoekstra e Bergh (2003) destacam que a escolha entre as duas formas é mais por comodidade na representação e interpretação dos resultados. Leigos no assunto podem

---

<sup>15</sup> Também conhecido como Efeito Leontief, pois capta os efeitos das mudanças dos coeficientes técnicos na matriz inversa de Leontief, que significa o quanto é requerido de insumo intermediário por unidade de produto do setor.

interpretar mais facilmente os resultados da forma aditiva enquanto que na forma multiplicativa os efeitos determinantes podem ser facilmente apresentados graficamente. Trabalhos com SDA empregam mais a forma aditiva, enquanto a IDA utiliza amplamente as duas formas. Daqui para frente as formas matemáticas expressas são as da forma aditiva.

Na literatura internacional, muitos estudos, utilizando análise de decomposição, têm sido feitos lançando mão de uma variada gama de técnicas e maneiras de proceder essa decomposição. Diante de uma variedade de métodos, há a necessidade de buscar aquele que satisfaça as propriedades exigidas e atenda os objetivos do trabalho em questão. Os trabalhos de Ang e Zhang (2000) e Hoekstra e Bergh (2003) listam as propriedades mais desejadas dos índices de decomposição. Segundo esses autores um bom método de decomposição deve passar pelos seguintes testes:

*Teste de reversão no tempo:* Este teste mostra que o resultado da decomposição deve ser recíproco independente do período escolhido como base. Desde modo o conceito de decomposição pode ser aplicado não importando se a decomposição foi realizada a partir de uma visão prospectiva ou retrospectiva. Usando uma abordagem aditiva o teste pode ser expresso simbolicamente como  $\Delta V_{0T} = -\Delta V_{T0}$ , em que os subscritos indicam o intervalo de tempo  $0$  e  $T$ .

*Teste de reversão do fator:* Indica se o método de decomposição possui a propriedade de fornecer uma decomposição perfeita, ou seja, sem nenhum termo de resíduo. A presença de resíduos aponta que a soma dos efeitos determinantes superestima ou subestima a mudança total do indicador. Principalmente em análises para longos períodos de tempo o peso do resíduo excede a soma dos pesos dos demais componentes da decomposição. Muitos estudos omitem os resíduos, o que pode causar distorções na análise dos resultados e erros de estimação. Simbolicamente,  $\Delta V = \sum_i \Delta V_i$ .

*Teste de sensibilidade a valores de zero:* Alguns métodos usam logaritmos que não aceitam valores de zero no banco de dados. A presença de zeros cria problemas de ordem computacional. Essa propriedade é importante para trabalhos que usam tabelas de insumo-produto que contém muitos valores de zero.

Inicialmente dois métodos se destacaram: o Índice Laspeyres e o Índice Divisia. A decomposição dos efeitos em determinantes é análoga ao conceito de números-índices da economia no qual mudanças de preços e quantidades dos bens produzidos afetam o nível de consumo desses bens (ANG e ZHANG, 2000). Basicamente a diferença entre as duas famílias de índices se dá pelo fato de que o índice Laspeyres além de não apresentar a propriedade de reversão no tempo, é sensível a valores de zero no banco de dados e tem a existência de resíduos, enquanto que o índice Divisia apesar de fornecer resíduos e ser sensível a valores de zero apresenta a propriedade de reversão no tempo. No método Laspeyres cada efeito determinante é obtido pela medição de uma mudança no consumo energético ou na intensidade energética associada com a variável correspondente entre o período  $t$  e o período  $T$ , mantendo as demais variáveis constantes em relação ao período  $t$ . Os efeitos são medidos em termos absolutos. Os seguintes autores empregaram métodos baseados no índice Laspeyres: Park (1992), Howarth et. al. (1991), Ang e Lee (1994), Alcântara e Roca (1995) e Sun e Malaska (1998).

Já o método Divisia explica as mudanças em termos relativos, usando as variáveis na forma logarítmica. Vários autores seguiram essa linha e aplicaram os métodos Divisia em seus trabalhos. Entre eles estão Boyd et al. (1988), Torvanger (1991), Ang (1995a), Ang e Lee (1996), Shrestha e Timilsina (1996), Ang e Pandiyan (1997) e Greening et. al. (1997).

Nas revisões de literatura sobre o assunto, Ang (1995b) faz um registro de 51 trabalhos que realizam análise de decomposição para trabalhos ligados a temas ambientais, classificando-os com relação à abordagem adotada e ao tipo de decomposição. Dentre os

avanços na utilização dos diversos métodos existentes vale destacar as contribuições de Ang e Choi (1997), que introduziram o Método Divisia de Média Logarítmica<sup>16</sup>.

O método criado por Ang e Choi (1997) baseia a decomposição em um índice agregado, entretanto, Ang et al. (1998) aperfeiçoaram esse método, pois conseguiram desenvolver um índice baseado em uma decomposição por mudanças diferenciais.

Paralelamente a isso, Sun (1998) propôs um método que também fornece uma decomposição completa. Chamado de Laspeyres refinado, este método usa o princípio de que os resíduos da decomposição são “criados em conjunto e igualmente distribuídos”. Sun (1998) distribui o resíduo entre os fatores e com isso resolve o problema<sup>17</sup>.

Em 2000, Sun e Ang (2000) estenderam o princípio “criados em conjunto e igualmente distribuídos” para as formas Paasche e Marshall-Edgeworth provando que os resultados obtidos para essas duas formas são exatamente idênticos à formulação de Laspeyres. Entre os trabalhos que aplicam este método estão os de Paul e Bhattacharya (2004) para a Índia, Diakoulaki et. al. (2005), que aplicam para a economia grega e o de Lise (2006) para a Turquia.

Outro trabalho que colaborou com a evolução dos métodos de decomposição foi o realizado por Albrecht, François e Schoors (2002) que propuseram uma decomposição baseada no valor de Shapley. A vantagem desse método decorre da não existência de resíduos, permitindo assim decomposições mais complexas. Entretanto Ang et al. (2003) provaram que o princípio adotado na decomposição de Shapley é o mesmo adotado por Sun (1998) já citado anteriormente. Matematicamente os dois métodos são idênticos.

Como pode ser visto inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos na busca de encontrar o método de decomposição perfeito. Contribuições para a evolução dos modelos de

---

<sup>16</sup> Ang e Zhang (1999) aplicam essa técnica para comparar as emissões de CO<sub>2</sub> entre algumas regiões do mundo.

<sup>17</sup> No entanto, Ang e Zhang (2000) ressaltam que esse princípio apenas pode ser usado na forma aditiva e a formulação matemática se torna cada vez mais complexa à medida que o número de fatores aumenta.



decomposição também foram feitas utilizando a metodologia da SDA. Neste trabalho será utilizada uma dessas contribuições.

Chang e Lin (1998) empregaram a SDA para analisar o padrão e os efeitos das mudanças das emissões de CO<sub>2</sub> em Taiwan durante a década de 1980. Usando um modelo estático de insumo-produto eles distinguiram quatro fatores causadores das mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub>, quais sejam: valor adicionado da indústria, intensidade energética, mudanças tecnológicas e variações na demanda final. Em trabalho semelhante Lee e Lin (2001) fizeram a decomposição estrutural das emissões de CO<sub>2</sub> específica para a indústria petroquímica. Wier (1998) aplica o método de SDA para a Dinamarca e estuda o efeito das emissões não só de CO<sub>2</sub>, mas também de SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>.

Em um estudo para a Índia, Mukhopadhyay e Chakraborty (1999) decompõem as emissões de CO<sub>2</sub> em vários fatores entre eles: mudanças nas importações, nas exportações e ainda variações tecnológicas e nas estruturas dos coeficientes de produção.

Trabalhando com emissões de Nitrogênio, Wier e Hasler (1999) aplicaram a SDA para a Dinamarca. Basicamente o modelo adotado por eles é o seguinte:

$$N_t = w_t (I - A_t)^{-1} D_t d_t \quad (3.6)$$

em que  $N_t$  é um escalar com as emissões de N;  $w_t$  é um vetor de emissões por unidade de produção;  $(I - A_t)^{-1}$  é a matriz inversa de Leontief;  $D_t$  é a matriz dos componentes da demanda final e  $d_t$  é um vetor com o nível absoluto de cada categoria da demanda final. O modelo usado por eles é muito semelhante ao adotado por Haan (2001) e que é utilizado neste trabalho.

O trabalho de Wier e Hasler (1999) é um exemplo entre muitos outros de que a metodologia da SDA pode ser aplicada tanto na análise das emissões de CO<sub>2</sub> quanto na análise de outras fontes de energia, além de ser usado em pesquisas referentes ao padrão de comércio internacional, a estrutura e o crescimento da economia e ao mercado de trabalho.

Nesse sentido podem-se citar os trabalhos de Milana (2002), que aplica o índice de Törnqvist no seu modelo de decomposição; Kagawa e Inamura (2000) que propuseram um modelo híbrido no qual identificaram os efeitos das mudanças da estrutura de demanda por insumos energéticos, da estrutura da demanda final de insumos não energéticos e o total de energia requerida pela economia japonesa. Ainda para o Japão, Yabe (2004), além de separar os efeitos tradicionais de intensidade energética, da demanda final, inclui também o efeito das exportações nos níveis de emissões de CO<sub>2</sub> da indústria.

A vantagem dos modelos de SDA usados por Haan (2001), Wier (1998) e outros que também usaram este método é que ele fornece uma decomposição completa e ainda é insensível a valores de zero.

Para o Brasil, Wachsmann (2005) realizou uma análise de decomposição de consumo energético e de emissões de CO<sub>2</sub> abrangendo o período de 1970 a 1996. Seus resultados mostraram que as mudanças no consumo energético foram causadas por mudanças no nível do PIB *per capita*, no número de habitantes e nas dependências setoriais.

A seguir é mostrada com maiores detalhes a formulação matemática do método SDA que é usado neste trabalho.

### **3.2.2 Formulação matemática do modelo SDA**

Todos os trabalhos que se utilizam do modelo SDA usam a equação de insumo-produto de Leontief como base para a decomposição. O modelo insumo-produto permite uma melhor aproximação sistemática da realidade, no entanto, aqui consideraremos que mudanças nos níveis de emissão de poluentes seguem uma função linear do crescimento econômico.

Assim, seguindo Haan (2001) as mudanças nos níveis de emissões de CO<sub>2</sub> ( $\Delta c$ ) podem ser descritas como função do crescimento econômico em termos de ganho ou não de

eficiência. Já as mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> em termos de unidades monetárias de produto são determinadas por ( $\Delta n$ ), que significa eficiência ecológica ou intensidade energética. Mudanças nos coeficientes técnicos da economia, mudanças na composição da estrutura da demanda final e o aumento do volume na demanda final podem ser denominadas respectivamente por ( $\Delta S$ ), ( $\Delta y^s$ ) e ( $\Delta y^v$ ). Com isso, a fórmula genérica para cálculo da decomposição dos fatores pode ser caracterizada como:

$$\Delta c = \Delta n + \Delta s + \Delta y^s + \Delta y^v \quad (3.7)$$

Desta maneira, a decomposição no que se refere aos períodos de 1990 e 2003 resulta em quatro diferentes expressões correspondendo cada uma aos fatores das emissões.

A análise da decomposição estrutural com relação às emissões de CO<sub>2</sub> pode ser derivada da seguinte forma: suponha que  $c_{ij}$  de  $C$  represente as emissões totais de CO<sub>2</sub> por nível de produção da atividade  $j$ . Desta maneira, o total de emissões de CO<sub>2</sub> geradas por todas as atividades produtivas pode ser determinado como uma função do produto total

$$c = Nx \quad (3.8)$$

Os elementos  $c$  do vetor  $C$  indicam as quantidades de emissões de CO<sub>2</sub> geradas em todas as atividades produtivas. O vetor  $x$  indica o produto total e  $N = C \hat{x}^{-1}$ , em que os elementos  $n_{ij}$  de  $N$  indicam os coeficientes de poluição, ou seja, a quantidade do poluente  $i$  gerada por uma unidade monetária do produto da atividade  $j$ .  $\hat{x}$  representa a matriz diagonalizada de  $x$ . A equação  $x = (I - A)^{-1}y$  mostra o produto total como função da demanda final, sendo que  $S = (I - A)^{-1}$  representa a matriz inversa de Leontief e  $A$  representa a matriz de coeficientes técnicos.

O vetor com o total da demanda final,  $e$ , também chamado de matriz  $E$  contem as categorias da demanda final: exportação, variação de estoques, formação bruta de capital fixo, consumo da administração pública e consumo das famílias. O total na linha dessa matriz é o

vetor linha  $y^v$ , que é o volume da demanda final. A composição da demanda final,  $y^s$ , é uma matriz de coeficientes obtida pela divisão de cada elemento da matriz  $E$  pelo vetor  $y^v$ :

$$Y^s = E \hat{y}^{-1} \quad (3.9)$$

Posto isso, as emissões de CO<sub>2</sub> geradas por todas as atividades produtivas podem ser determinadas pela seguinte equação:

$$c = Nx = NSy^s y^v \quad (3.10)$$

em que para o caso deste trabalho:

$N$  é o vetor (1x42) de coeficientes energéticos formado com dados de emissões de CO<sub>2</sub>;

$S$  é a matriz (42x42) inversa de Leontief;

$y^s$  é a matriz (42x5) de coeficientes da demanda final; e

$y^v$  é o vetor (1x5) com o total da demanda final por categoria.

A decomposição estrutural da mudança no consumo energético e nas emissões de CO<sub>2</sub> entre os períodos de 1990 e 2003 pode ser determinada como segue:

$$\Delta c = c_{(t)} - c_{(t-1)}$$

$$\Delta c = N_{(t)} S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} (\Delta y^s) y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t)}^v - N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v$$

$$\Delta c = (\Delta N) S_{(t)} y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} (\Delta S) y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} (\Delta y^s) y_{(t)}^v + N_{(t-1)} S_{(t-1)} y_{(t-1)}^s (\Delta y^v) \quad (3.11)$$

De acordo com Dietzenbacher e Los (1998), a formulação feita na equação (3.11) descreve apenas uma situação dentre várias outras possíveis. Desta maneira, com  $n$  fatores poderão ocorrer  $n!$  formas de decomposição estrutural que segue uma estrutura similar à descrita acima. Jacobsen (2000) e Hoem (2003) utilizaram em seus estudos, como resultado de cada componente da decomposição, a média das duas formas polares existentes. A equação (3.11) é uma das formas polares. A outra é dada por:

$$\Delta c = (\Delta N)S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v + N_{(t)}(\Delta S)y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v + N_{(t)}S_{(t)}(\Delta y^s)y_{(t-1)}^v + N_{(t)}S_{(t)}y_{(t)}^s(\Delta y^v) \quad (3.12)$$

Aqui também é utilizada a sugestão de Jacobsen (2000) e a média das duas formas polares é dada por:

$$\begin{aligned} \Delta c &= \frac{1}{2} \left( (\Delta N)S_{(t)}y_{(t)}^s y_{(t)}^v + (\Delta N)S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v \right) && \text{(efeito intensidade energética)} \\ &+ \frac{1}{2} \left( N_{(t-1)}(\Delta S)y_{(t)}^s y_{(t)}^v + N_{(t)}(\Delta S)y_{(t-1)}^s y_{(t-1)}^v \right) && \text{(efeito tecnológico)} \\ &+ \frac{1}{2} \left( N_{(t-1)}S_{(t-1)}(\Delta y^s)y_{(t)}^v + N_{(t)}S_{(t)}(\Delta y^s)y_{(t-1)}^v \right) && \text{(efeito estrutura da demanda final)} \\ &+ \frac{1}{2} \left( N_{(t-1)}S_{(t-1)}y_{(t-1)}^s(\Delta y^v) + N_{(t)}S_{(t)}y_{(t)}^s(\Delta y^v) \right) && \text{(efeito volume da demanda final)} \end{aligned}$$

Para obter os resultados desagregados por setor basta tomar o valor de  $n$  na sua forma diagonalizada na equação 3.10,  $c = \hat{N} x = \hat{N} S y_{(t)}^s y_{(t)}^v$ .

### 3.3 Procedimentos e preparação dos dados

Nesta seção são detalhados os procedimentos adotados na compatibilização dos dados utilizados para a decomposição estrutural e os passos dados durante todo o desenvolver do trabalho de forma adequar os princípios teóricos à realidade prática.

O período de análise escolhido foi o de 1990 a 2003. Esta seleção se deu pelo fato deste período ter sido de suma importância para a economia brasileira. Transformações significativas ocorreram na década de 1990 e início dos anos 2000, tais como a intensificação da abertura econômica e financeira no governo Collor que contribuiu para uma maior concorrência entre as empresas, forçando uma reestruturação das unidades produtivas e do parque industrial brasileiro; a implementação do Plano Real em 1994 que estipulou as bases do controle da inflação e as constantes crises cambiais ocorridas ao redor do mundo no fim dos anos 1990 pelas quais o Brasil foi diretamente influenciado.

As matrizes de insumo-produto tomadas como base para o estudo são referentes aos anos de 1990 e 2003 e elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003) com base nos dados do Sistema de Contas Nacionais. Os dados energéticos foram retirados do Balanço Energético Nacional – 2004 (BEN) elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME, 2004).

O primeiro passo na adequação dos dados é estabelecer um critério de classificação dos setores. Isso porque os dados energéticos do BEN são disponibilizados para 19 setores enquanto que as MIP são divididas em 42 setores. Na busca de maiores detalhes dos dados fez necessário distribuir o consumo energético dos 19 setores do BEN entre os 42 setores das MIP<sup>18</sup>. Um exemplo de como foi feita a distribuição é o setor Serviços que não está separado no BEN e a desagregação foi feita a partir de dados do setor Comércio. Outro exemplo ocorre com os itens Cimento e Cerâmica que estão separados no BEN, mas que na MIP são colocados dentro do setor Minerais não-Metálicos. O mesmo acontece com os itens Ferro-gusa e Ferro-liga que são agrupados no setor Siderurgia na MIP. De forma resumida, a Tabela 3 traz a classificação adotada.

---

<sup>18</sup> Cabe lembrar que esta distribuição dos setores difere da agregação realizada no Capítulo 2. A necessidade de compatibilização dos dados nos dois casos é por razões distintas apesar de se procurar, na medida do possível, manter um padrão de agregação.

Tabela 3 – Desagregação dos setores do BEN entre os setores das MIP.

<b>Setores segundo o Balanço Energético Nacional</b>	<b>Setores segundo as Matrizes de Insumo-Produto do Brasil</b>
Energético	03 Petróleo e gás 18 Refinaria de petróleo 33 Serviços industriais de utilidade pública
Comercial	35 Comércio 37 Comunicação 38 Serviços financeiros 39 Serviços prestados às famílias 40 Serviços prestados às empresas 41 Aluguel 43 Serviços privados não-mercantis
Público	42 Administração pública
Agropecuário	01 Agropecuária
Rodoviário	36 Transporte
Ferrovário	36 Transporte
Aéreo	36 Transporte
Hidroviário	36 Transporte
Cimento	04 Minerais não metálicos
Ferro-gusa e aço	05 Siderurgia
Ferro-liga	05 Siderurgia
Mineração e pelotização	02 Extrativa mineral
Química	17 Elementos químicos
Não-ferrosos e outros metalúrgicos	06 Metalurgia não-ferrosos 07 Outros metalúrgicos
Têxtil	22 Indústria têxtil
Alimentos e bebidas	25 Indústria do café 26 Beneficiamento de produtos vegetais 27 Abate de animais 28 Indústria de laticínios 29 Fabricação de açúcar 30 Fabricação de óleos vegetais 31 Outros produtos alimentares
Papel e celulose	15 Celulose, papel e gráfica
Cerâmica	04 Minerais não metálicos
Outras indústrias	08 Máquinas e tratores 10 Material elétrico 11 Equipamentos eletrônicos 12 Automóveis, caminhões e ônibus 13 Outros veículos e peças 14 Madeira e mobiliário 16 Indústria da borracha 19 Químicos Diversos 20 Farmacêutica e veterinária 21 Artigos plásticos 23 Artigos do vestuário 24 Fabricação de calçados 32 Indústrias diversas 34 Construção civil

Fonte: Elaboração do autor.

Em seguida é preciso desagregar a distribuição do consumo energético em unidades físicas por fonte energética do setor em seus novos setores. Para realizar essa desagregação é necessário que cada fonte energética seja representada por um determinado produto na tabela

de uso da matriz de insumo-produto. A Tabela 4 mostra a distribuição feita. A hipótese para essa distribuição é a de que o consumo energético em unidades físicas de cada setor no BEN ocorre segundo o consumo intermediário em unidades monetárias de cada setor da MIP. Segundo Wachsmann (2005), essa hipótese não é inteiramente factível, uma vez que cada setor não paga o mesmo preço pela fonte energética. Adotando a suposição de que cada setor desagregado da MIP paga o mesmo preço da energia que o setor agregado no BEN, pode-se aceitar que a hipótese não se distancia tanto da realidade.

Tabela 4 – Classificação das fontes energéticas segundo o Balanço Energético aos setores das Tabelas de Insumo-Produto do Brasil

<b>Fontes energéticas – Balanço Energético Nacional</b>	<b>Produtos das Tabelas de Insumo-Produto</b>
Gás Natural (primária)	Outros produtos do refino
Carvão Mineral (secundária)	Carvão e outros
Óleo Diesel (secundária)	Óleos Combustíveis
Óleo Combustível (secundária)	Óleos Combustíveis
Gás Liquefeito do Petróleo (secundária)	Outros produtos do refino
Querosene e Coque de Petróleo (secundária)	Outros produtos do refino
Eletricidade (secundária)	Serviços industriais de utilidade pública
Gasolina Automotiva (secundária)	Gasolina Pura
Álcool Etilico (secundária)	Álcool de cana e cereais

Fonte: Elaboração do autor.

Depois de estabelecida toda a adequação dos dados do BEN e das MIP, outro procedimento importante é harmonizar as unidades de medidas tanto do BEN quanto das MIP.

Os dados energéticos do BEN são fornecidos em Tonelada Equivalente de Petróleo (tep) por ser uma unidade relacionada com um energético importante e por expressar um valor físico. A partir de 2002, critérios internacionais de conversão de medidas de energia foram adotados na elaboração do BEN. Desde então, considera-se que  $1\text{Kwh} = 860\text{ kcal}$  segundo o critério teórico de conversão. Outra alteração está no valor do petróleo de referência, que agora é de  $10000\text{ kcal/kg}$ .



A partir dos dados em tep pode-se obter o valor do consumo de energia em gigajoule (GJ) (unidade comumente usada para expressar dados de consumo de energia), multiplicando o valor em tep por 41,868<sup>19</sup>.

Para se chegar ao valor das emissões de CO<sub>2</sub> pelo uso das fontes energéticas é preciso levar em consideração os fatores de emissões de cada fonte em particular. Esses fatores são definidos nas Diretrizes Revisadas de 1996 do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 1997). Dado que o BEN, também a partir da sua versão de 2002, passou a considerar o poder calorífico inferior (PCI) de cada fonte energética para converter diversas unidades de energia em uma unidade de energia comum, os fatores de conversão utilizados neste trabalho na obtenção das quantidades de CO<sub>2</sub> emitidas por fonte energética são os contidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Fatores de conversão do consumo de energia em TJ para emissão de CO<sub>2</sub> em toneladas.

<b>Fonte Energética</b>	<b>Fator de Conversão (t/TJ)</b>
Gás Natural	15,3
Carvão Mineral	25,8
Óleo Diesel	20,2
Óleo Combustível	21,1
Gás Liquefeito de Petróleo	17,2
Querosene e coque de petróleo	19,5
Gasolina Automotiva	18,9
Álcool Etilico	14,8
Eletricidade	0

Fonte: IPCC (1997)

### 3.3.1 Deflacionamento dos valores das matrizes de insumo-produto

O cálculo realizado na decomposição estrutural requer que todos os dados de valores monetários estejam em uma unidade padrão para que os resultados obtidos possam ser comparados ao longo do tempo, excluindo, assim, desvios provocados pelas mudanças monetárias, cortes de zero e variação no nível de preços.

<sup>19</sup> O fator de conversão é 1 tep = 41,868 10<sup>9</sup> J (MME, 2004).

Os dados das MIP são expressos em moeda corrente e para este trabalho realizou-se a deflação dos dados de 1990 a 2003 adotando como ano-base o ano de 2003.

O deflator utilizado para esse procedimento foi o deflator implícito setorial obtido junto ao IBGE (2003) que traz a variação percentual anual do nível de preços em cada setor. A partir dessa variação elabora-se um índice de preços<sup>20</sup> capaz de transformar todos os valores monetários correntes em valores constantes de 2003.

Para o deflacionamento basta multiplicar cada valor corrente pelo deflator em índice do setor correspondente.

---

<sup>20</sup> No ANEXO C estão contidos os valores do deflator em índice.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os principais resultados encontrados. São apresentados primeiramente resultados para o período de 1990 a 2003 da economia como um todo. Em seguida, resultados da decomposição, considerando os setores agregados e a variação ano a ano no intervalo dos 14 anos selecionados.

A Tabela 6 mostra como cada fator da decomposição contribuiu para a variação das emissões de CO<sub>2</sub> durante o período. Relembrando,  $\Delta N$  representa o efeito intensidade energética (nesse caso, t de CO<sub>2</sub>/1000 R\$<sub>2003</sub>),  $\Delta S$  o efeito tecnológico,  $\Delta Y_s$  o efeito da estrutura da demanda final e  $\Delta Y_v$  o efeito do volume total da demanda final. O somatório desses quatro efeitos compõe o efeito total  $\Delta c$ . O método de decomposição escolhido permite uma decomposição completa, não fornecendo resíduos ao final da decomposição, ou seja, a soma da contribuição percentual ou mesmo absoluta de cada fator é exatamente igual ao valor do efeito total.

O único fator que contribuiu para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> entre os dois anos extremos da série analisada, 1990 e 2003, foi  $\Delta Y_v$ , responsável por 239% do aumento de emissões de CO<sub>2</sub>. Os demais fatores levaram a uma diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>.

Tabela 6 – Decomposição Estrutural das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003

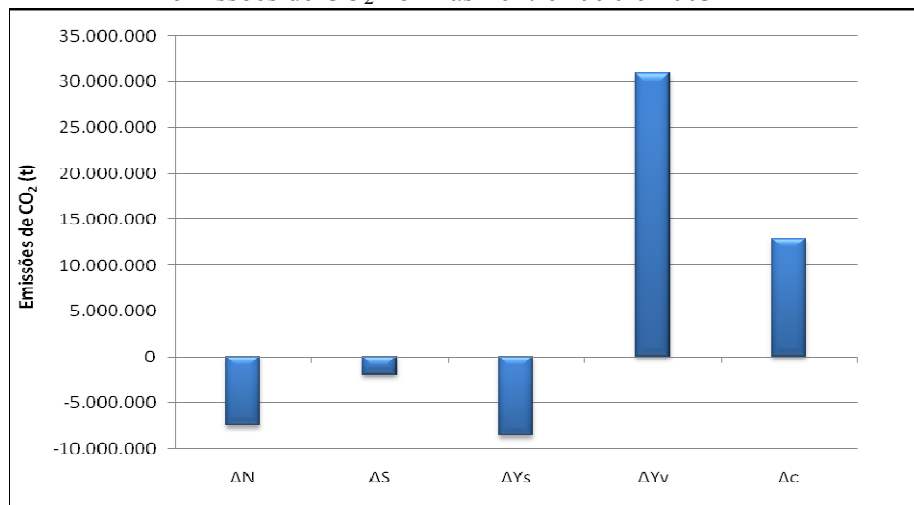
	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$ (total)
SDA (t)	-7.462.220	-1.950.053	-8.586.477	30.906.324	12.907.573
%	-57,81	-15,11	-66,52	239,44	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Em termos gráficos, a Figura 12 evidencia a grande contribuição do volume da demanda final nas variações nas emissões. Mostra também o aumento total das emissões de CO<sub>2</sub> representado por  $\Delta c$ . O efeito intensidade energética contribuiu para a redução de -

7.462.220 t de CO<sub>2</sub>, enquanto que o efeito  $\Delta S$  reduziu as emissões em 1.950.053 t de CO<sub>2</sub> e o efeito estrutura da demanda final ( $\Delta Y_s$ ) contribuiu para que as emissões de CO<sub>2</sub> caíssem em um montante de 8.586.477 t de CO<sub>2</sub>.

Figura 12 – Contribuição em valores absolutos dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003



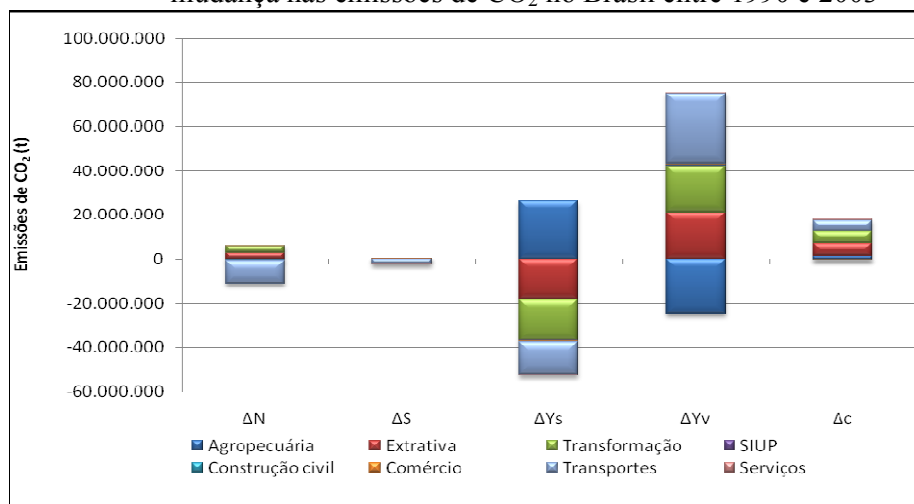
Fonte: Dados da pesquisa.

Partindo para uma análise setorial pode-se discriminar quais setores têm maior importância através dos fatores de decomposição em questão. Alterações na intensidade energética de determinado setor, ou ainda mudanças na composição de consumo dos componentes da demanda final causam impacto no total de energia consumida e, assim, no total de CO<sub>2</sub> lançado no meio ambiente.

A Figura 13 ilustra a participação de cada setor e indica que o setor de Transformação apresenta contribuição positiva em todos os fatores, exceto no efeito  $\Delta Y_s$ . O setor de Transportes apesar de ter reduzido suas emissões por ganhos de eficiência energética, por alterações nos coeficientes técnicos e na estrutura da demanda final, teve aumentos consideráveis por ações do efeito  $\Delta Y_v$ , resultando no final em aumento no total emitido. Agropecuária foi outro setor que contribuiu para o aumento nas emissões de CO<sub>2</sub>. Comércio, SIUP e Serviços contribuíram relativamente em menor grau. Ao final do trabalho encontra-se

a tabela com os referidos valores. A seguir uma análise mais detalhada por setor é apresentada, em que a contribuição ano a ano é abordada.

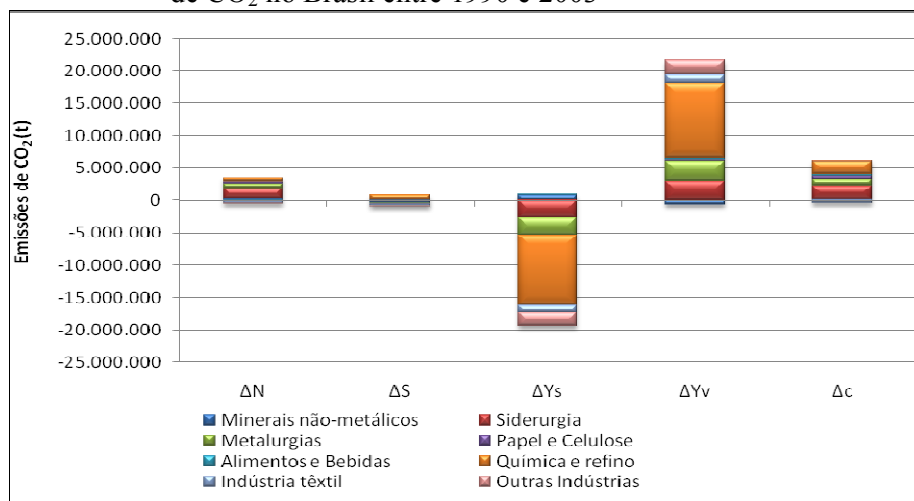
Figura 13 – Contribuição de cada setor agregado dentro de cada fator à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

Dentro do setor Transformação, destacam-se a participação de Química e Refino, Siderurgia e Metalurgia.

Figura 14 – Contribuição de cada subsetor agregado do setor de Transformação dentro de cada fator à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil entre 1990 e 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 15 traz agora a contribuição de cada efeito ano a ano, dando uma noção mais exata do comportamento de cada fator ao longo do tempo. A análise período a período permite verificar que mesmo tendo aumentado o volume de CO<sub>2</sub> emitido entre 1990 e 2003, em três períodos, 1991-1992, 1998-1999 e 2002-2003 as emissões de CO<sub>2</sub> reduziram (Tabela 7). Justamente anos em que o crescimento econômico no Brasil foi menor. Entre 1990 e 1991 houve maior impacto do efeito  $\Delta Y_v$ , mas compensado pelo efeito  $\Delta Y_s$

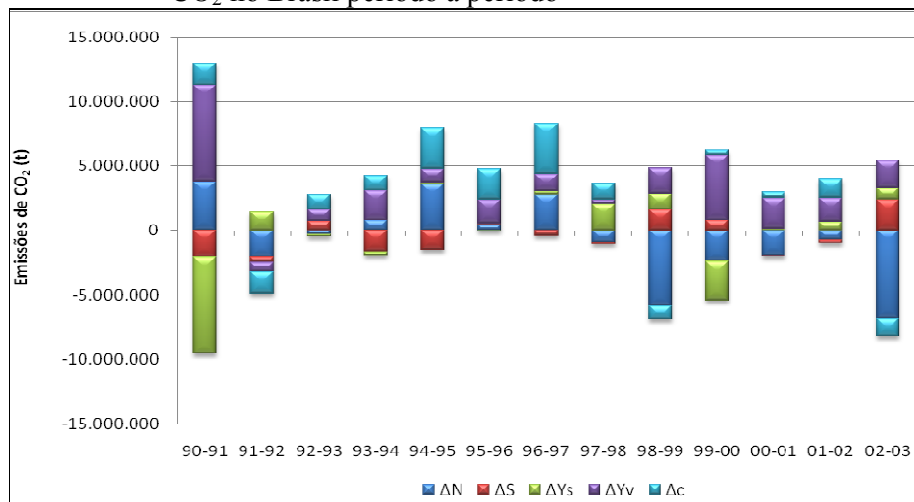
Tabela 7 - Contribuição absoluta dos fatores à mudança das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – período a período (em t)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$ (total)
90-91	3776073	-2126467	-7469558	7491171	1671219
91-92	-2086858	-418187	1448602	-674246	-1730688
92-93	-338032	690022	-135684	928360	1144666
93-94	802175	-1674601	-263080	2287984	1152479
94-95	3610711	-1529853	116630	1010371	3207859
95-96	448735	82066	-63529	1861677	2328948
96-97	2758711	-433829	242701	1358301	3925884
97-98	-966500	-122880	2050251	308887	1269758
98-99	-5854375	1584742	1238086	2013332	-1018216
99-00	-2414276	804388	-3002724	5011070	398458
00-01	-1978756	-20392	118515	2363225	482592
01-02	-755259	-251138	643288	1855523	1492415
02-03	-6821781	2379733	869397	2154848	-1417803

Fonte: Dados da pesquisa.

De 1994 a 1997 o efeito Intensidade Energética ( $\Delta N$ ) agiu de forma a aumentar as emissões de CO<sub>2</sub>, padrão que se reverte após esse ano e se mantém até 2003. A utilização de plantas mais modernas, o uso de tecnologias mais limpas e a maior utilização do gás natural em detrimento do óleo combustível explicam o uso mais eficiente e menos poluente das fontes energéticas no Brasil. Por outro lado, o direcionamento economia para a produção de produtos menos elaborados pode ser explicação para a diminuição dos índices de intensidade energética (WACHSMANN, 2005). Já o efeito  $\Delta S$  alternou períodos de contribuições positivas e negativas às emissões de CO<sub>2</sub>. O intervalo de tempo em análise foi um período de ajustes e isso reflete no resultado do efeito Tecnológico ( $\Delta S$ ). Com ausência de 1991-1990, em todos demais períodos o efeito  $\Delta Y_v$  atuou elevando as emissões de CO<sub>2</sub>.

Figura 15 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil período a período



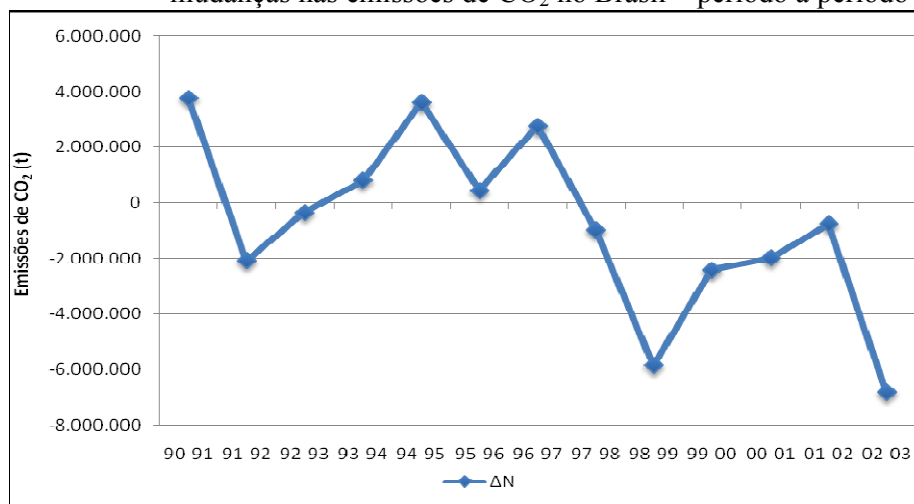
Fonte: Dados da pesquisa.

O efeito  $\Delta N$ , contribuiu para a redução das emissões entre 1991 e 1992, entre 1997 e 2003. A Figura 16 mostra a contribuição ano a ano e embora o efeito entre 1990 e 2003 tenha sido negativo, houve intervalos em que esse efeito contribuiu para o aumento das emissões, como entre 1993 e 1997. Os setores Agropecuária, Extração e Transportes melhoram quanto ao emprego de suas matrizes energéticas, enquanto que o setor de Transformação teve pequena piora em seus índices. Os demais setores como o de Comércio, Serviços, Construção Civil têm relativamente índices inferiores de intensidade de emissões de CO<sub>2</sub>, variando entre 0,0012 t de CO<sub>2</sub>/R\$ 1000,00 e 0,0070 t de CO<sub>2</sub>/R\$ 1000,00 em valores de 2003. De uma maneira geral esse fator cooperou para a redução dos níveis de CO<sub>2</sub> principalmente a partir de 1998.

O efeito Tecnológico ( $\Delta S$ ) indica a contribuição das mudanças na estrutura de produção da economia a variação nos níveis de emissões de CO<sub>2</sub>. De 1991 a 1993 houve uma tendência positiva desse efeito. Por exemplo, em 1993, alterações nos coeficientes técnicos da

economia brasileira foram responsáveis por um aumento de 690.022 t de CO<sub>2</sub>. A utilização de insumos mais intensivos em energia explica isso.

Figura 16 – Contribuição do fator Intensidade Energética ( $\Delta N$ ) às mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – período a período



Fonte: Dados da pesquisa.

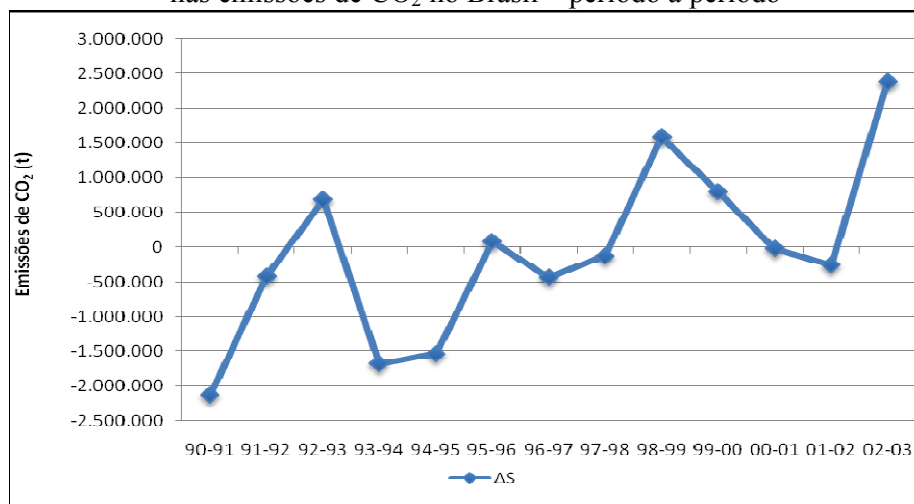
A queda em 1994 pode ser fruto dos resultados da estabilidade econômica a partir desse ano. A partir de então as contribuições ano a ano passaram a ser cada vez menores como indica a curva ascendente da Figura 17. O fato de setores base da economia como a Agropecuária e a Extração terem intensificado o consumo de energia, pode-se dizer que os demais setores passaram a demandar insumos mais “energéticos” do que “não-energéticos”, refletindo nos resultados para esse período. Apesar disso, no geral o efeito tecnológico contribuiu para redução nas emissões de CO<sub>2</sub>.

Interessante destacar que o efeito Intensidade e o efeito Tecnológico, ambos contribuíram para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, mesmo que em alguns sub-períodos tenham contribuído para aumentar. Diferentemente dos resultados encontrados por Wachsmann (2005), em que o efeito Tecnológico teve impactos contrários aos encontrados aqui. As diferentes fontes energéticas selecionadas e o intervalo de tempo considerado podem



determinar resultados divergentes, além do que o método de decomposição utilizado por Waschmann (2005) foi outro.

Figura 17 – Contribuição do fator Efeito Tecnológico ( $\Delta S$ ) às mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – período a período



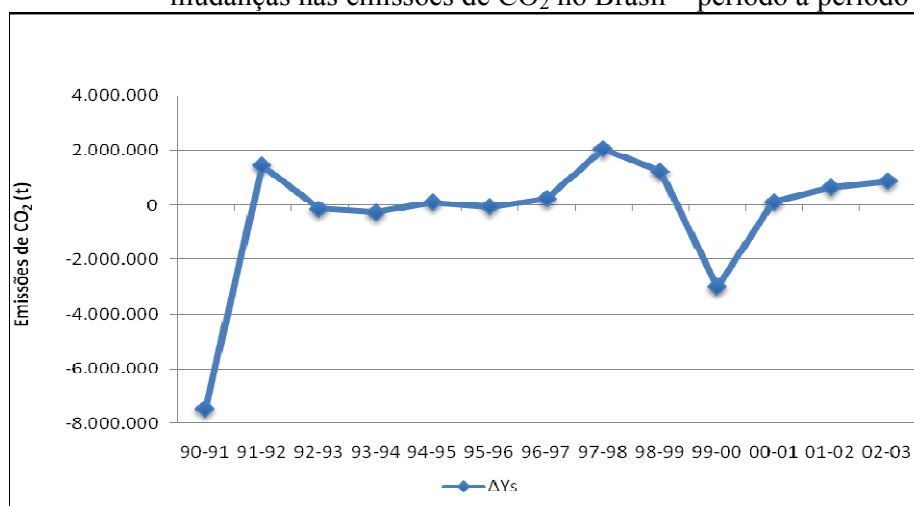
Fonte: Dados da pesquisa.

O efeito Estrutura da Demanda Final ( $\Delta Y_s$ ), também chamado de composição da demanda final indica razões das mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> em virtude de modificações na demanda final. Alterações no hábito de consumo, no volume de bens exportados, no padrão de gastos do governo são exemplos de como a composição da demanda final pode variar. O resultado entre 1990 e 2003 mostrou que o efeito  $\Delta Y_s$  contribuiu para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. Analisando a contribuição período a período verifica-se pouca variação, exceto pelos anos de 1991 e 1999. Como mencionado no Capítulo 2, as principais alterações na demanda final se deram por conta do aumento das exportações e importações e por relativa diminuição do consumo das famílias. No início da década de 1990 se intensificou o processo de abertura econômica e assim o aumento da demanda por produtos brasileiros, como também o aumento das importações. Exportações de produtos da Siderurgia e de produtos do setor Química e Refino forçaram o aumento das emissões provocadas por esse fator. Em 1999, a forte desvalorização do Real interrompeu o ritmo crescente das importações. Nesse período,

as contribuições desse efeito passaram a ser negativas, ou seja, diminuindo o total de CO<sub>2</sub> emitido.

O consumo das famílias possivelmente se alterou em direção ao consumo de produtos menos intensivos em energia. Uma análise detalhada do comportamento do setor residencial, no entanto, não foi objeto de estudo neste trabalho.

Figura 18 – Contribuição do fator Estrutura da Demanda Final ( $\Delta Y_s$ ) às mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – período a período

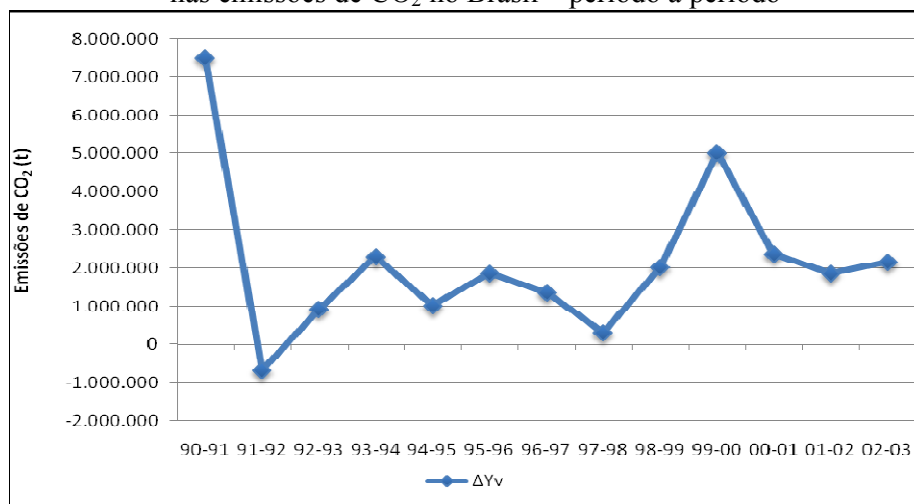


Fonte: Dados da pesquisa.

O último fator, o do efeito Volume da Demanda Final ( $\Delta Y_v$ ), verifica a destinação da demanda final e também é um indicador de como o crescimento econômico reflete nos níveis de emissões de dióxido de carbono. Este fator foi o que apresentou maior impacto nas variações das emissões. Sua contribuição positiva compensou todos os demais efeitos. Entretanto, até 1992 e entre 1998 e 2001, os resultados deste fator se apresentaram como uma espécie de espelho do fator Estrutura da Demanda Final, tornando complexa sua interpretação. Em Haan (2001) e em Hoem (2003) esse fenômeno também se verifica. Uma investigação mais acurada é pertinente, de modo a verificar se tal comportamento é aceitável ou se adequações na formulação matemática do modelo são necessárias. Por ora, com relação a este efeito vale destacar que mesmo com o baixo desempenho do crescimento do PIB,

somente em 1992 a contribuição de  $\Delta Y_v$  para o total de emissões foi negativa, indicando que a relação PIB e níveis de emissões não necessariamente devem ter mesma tendência.

Figura 19 – Contribuição do fator Volume da Final ( $\Delta Y_v$ ) às mudanças nas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil – período a período

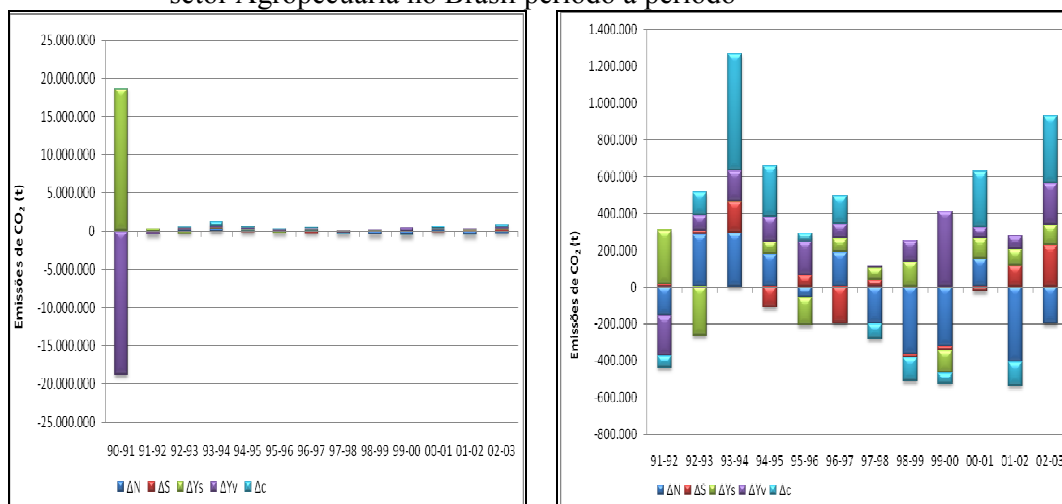


Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4.1 Resultados por Setor

Seguindo adiante tem-se os resultados da decomposição setor por setor. A Figura 20 traz os resultados para o setor Agropecuária. O resultado para o intervalo 1990-1991 prejudica a visualização dos efeitos nos demais intervalos. Por isso, o gráfico à direita foi adicionado, excluindo-se o intervalo 1990-1991. Pode-se ver que o efeito total  $\Delta c$  foi positivo em praticamente todos os anos, sendo que o efeito  $\Delta Y_v$  foi o maior responsável por esse resultado. O setor obteve ganhos no emprego das fontes energéticas a partir de 1998, como mostra os valores negativos do fator  $\Delta N$ . Como mostrado pela Figura 21, entre 1990 e 1998 houve um aumento contínuo do consumo energético e também das emissões de CO<sub>2</sub> e logo após esse período houve uma atenuação no ritmo do crescimento.

Figura 20 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Agropecuária no Brasil período a período

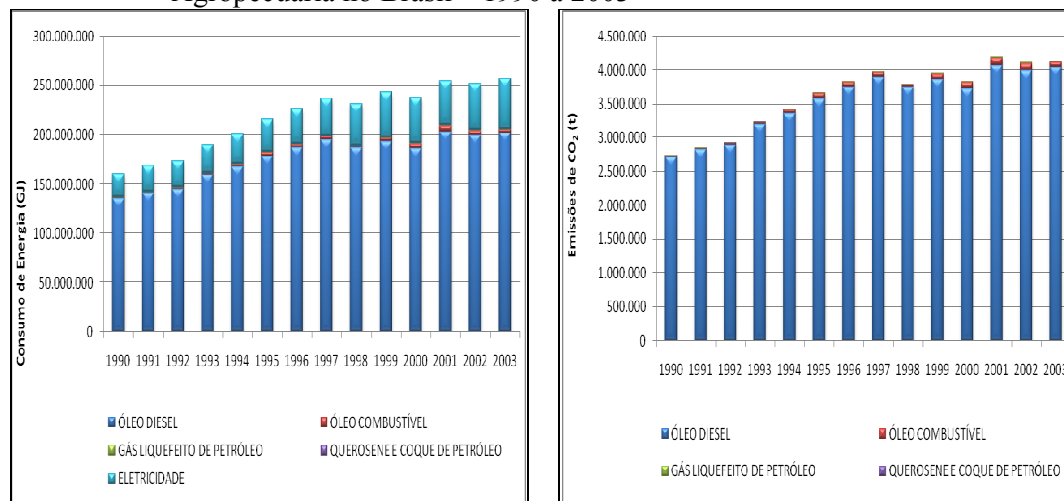


Fonte: Dados da pesquisa.

O bom desempenho do setor agrícola no início dos anos 2000 impulsionou a utilização e a aquisição de tratores e colheitadeiras em busca de uma modernização da frota, demandando uma quantidade maior de combustível, principalmente o óleo diesel (DIEESE, 2005). Serviços de irrigação e instalação de granjas, silos e armazéns demandaram maior consumo de energia elétrica.

Este setor é o terceiro, depois de Transportes e Transformação, em termos de consumo energético e sua matriz energética é pautada basicamente em óleo diesel e eletricidade. Como maior fonte utilizada, o óleo diesel também predomina em termos de emissões de CO<sub>2</sub>.

Figura 21 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO<sub>2</sub> do setor primário Agropecuária no Brasil – 1990 a 2003

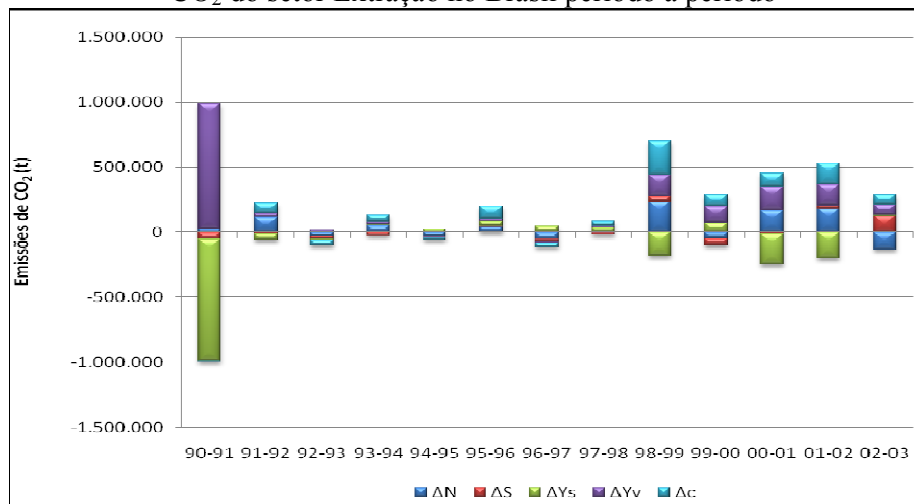


Fonte: Dados da pesquisa.

Interessante observar também como a composição da demanda final por produtos deste setor contribuiu para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> a partir de 1999. Era de se esperar que o aumento das exportações de produtos agrícolas refletisse para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, o que não ocorreu. Deve-se verificar que provavelmente o padrão de consumo das famílias se alterou profundamente a partir de 1994 com a estabilização da moeda. A ausência das taxas exorbitantes de inflação permitiu que famílias da classe média alcançassem um patamar de consumo antes limitado pelo processo inflacionário. Produtos mais elaborados e alimentos mais processados passaram a fazer parte da cesta de bens dessas famílias (CYRILLO et al., 1997). A demanda relativamente menor por produtos agrícolas menos elaborados contribuiu para a redução das emissões por este setor.

Com relação ao setor de Extração, contribui ainda para a elevação do consumo de energia o aumento das atividades ligadas à extração da bauxita, do estanho, do níquel e do cobre (BNDES, 1997b). O resultado da decomposição estrutural mostra que este setor contribuiu para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>.

Figura 22 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Extração no Brasil período a período

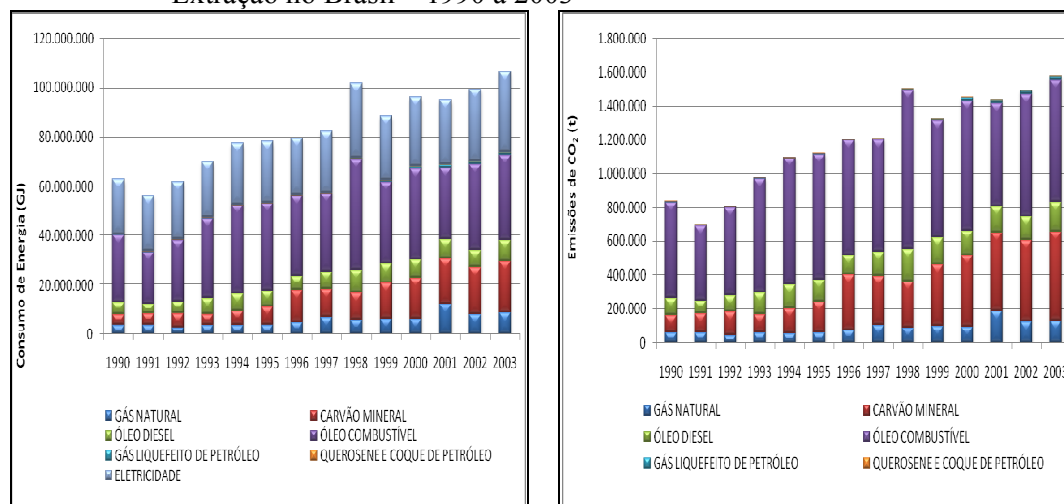


Fonte: Dados da pesquisa.

Ao longo das décadas de 1970 e 1980, a lenha tinha uma participação importante na matriz energética do setor de Extração, como mostra o estudo de Wachsmann (2005), e era destinada principalmente para as carvoarias onde era transformada em carvão vegetal. Com a substituição do carvão vegetal pelo carvão mineral, a lenha vem deixando aos poucos de ser utilizada para esse fim. Para o propósito deste trabalho, a lenha não faz parte das fontes selecionadas para análise.

Considerando que o uso da eletricidade não emite gases de efeito estufa, as emissões lançadas por fontes relativamente menos utilizadas nos setor de Extração como o carvão mineral, obtém algum destaque no total emitido.

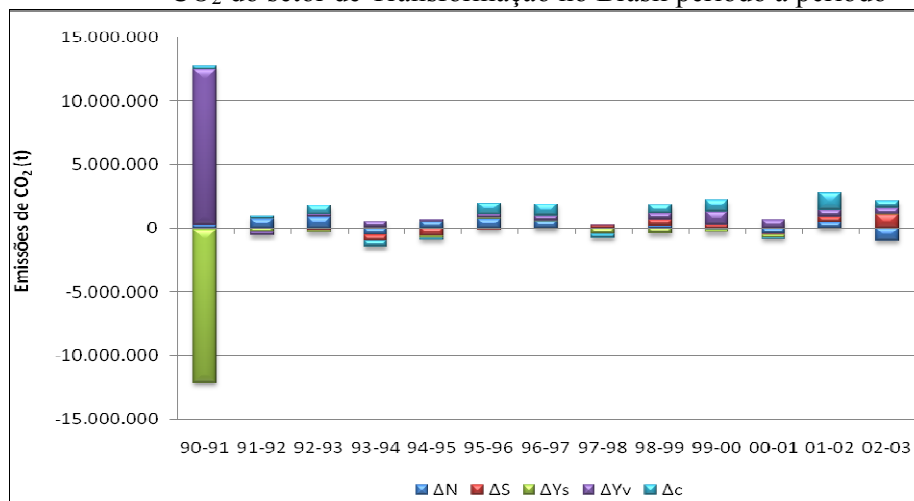
Figura 23 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO<sub>2</sub> do setor primário Extração no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

No setor Transformação predomina também o efeito  $\Delta Y_v$ , seguido do efeito  $\Delta N$ , no entanto, este último em oito dos treze intervalos de anos atuou de forma a aumentar as emissões de CO<sub>2</sub> (Figura 24). Interessante estes resultados na medida em que neste setor, mesmo ocorrendo considerável substituição de fontes energéticas mais poluentes como o óleo combustível por outras menos poluentes, como o gás natural, ainda assim o efeito  $\Delta N$  levou a um aumento nos níveis de emissões. Sub-setores como Siderurgia, Minerais não Metálicos e Alimentos e Bebidas tiveram aumentos consideráveis em seus níveis de emissão, fruto da expansão dos sub-setores que exigiu uma demanda maior de energia, sobretudo de carvão mineral nos dois primeiros.

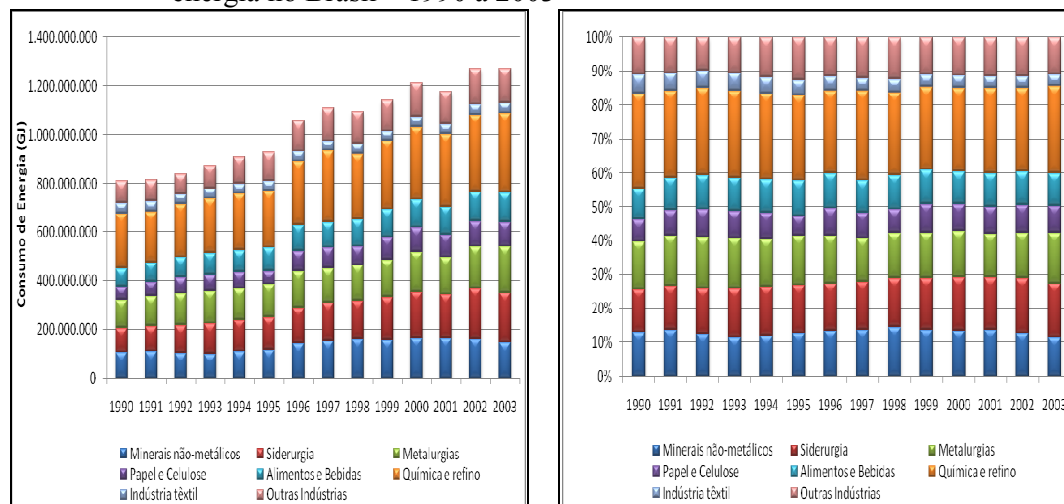
Figura 24 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor de Transformação no Brasil período a período



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 25 aponta a participação de cada sub-setor no consumo energético do setor Transformação. Percebe-se o aumento da participação dos sub-setores Siderurgia e Metalurgias. Em 2003 estes representavam, respectivamente, 16% e 15% do consumo total do setor de Transformação. Durante o período, Indústria Têxtil e Minerais não Metálicos perderam cada um dois pontos percentuais de participação entre os oito sub-setores considerados.

Figura 25 – Participação dos sub-setores do setor Transformação no consumo de energia no Brasil – 1990 a 2003



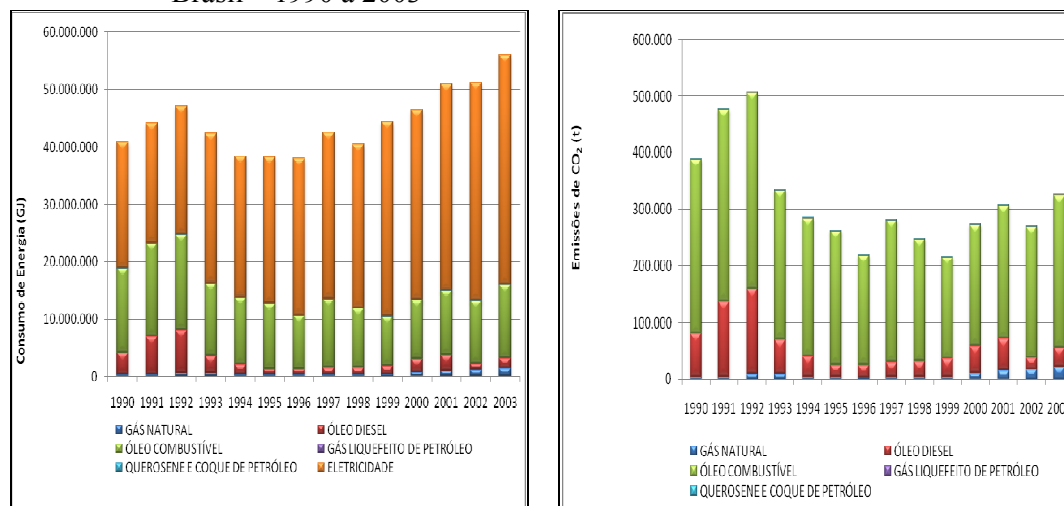
Fonte: Dados da pesquisa.



O setor SIUP tem a menor participação em termos de valor adicionado da economia brasileira, no entanto, essa participação vem aumentando nos últimos anos, passando de 2,7% em 1990 para 3,24% em 2003. A geração e a distribuição de energia elétrica, além de serviços de saneamento básico compõem os serviços prestados pelo setor.

As principais fontes empregadas neste setor são: a própria eletricidade gerada e o óleo combustível. O óleo diesel perdeu participação ao longo dos últimos anos. As emissões de CO<sub>2</sub> causadas por este setor são relativamente baixas, principalmente fruto da queima dos óleos combustíveis. O total de CO<sub>2</sub> emitido pelo setor SIUP não atinge 1% de todo CO<sub>2</sub> lançado pelo setor intermediário da economia brasileira.

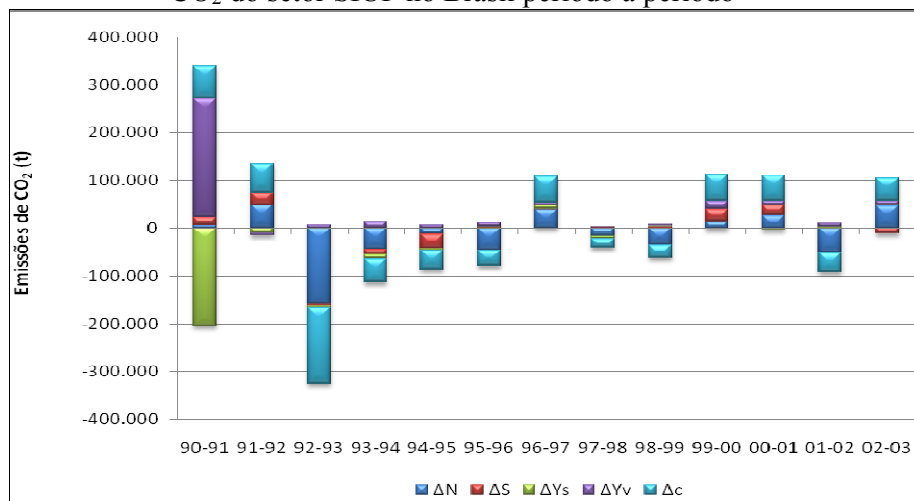
Figura 26 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO<sub>2</sub> do setor SIUP no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

Este setor participa pouco (1,38%) do total de energia consumida no Brasil, assim como no total de CO<sub>2</sub> emitido e os fatores de uma forma geral contribuíram para a diminuição dos níveis de emissão de gases efeito estufa.

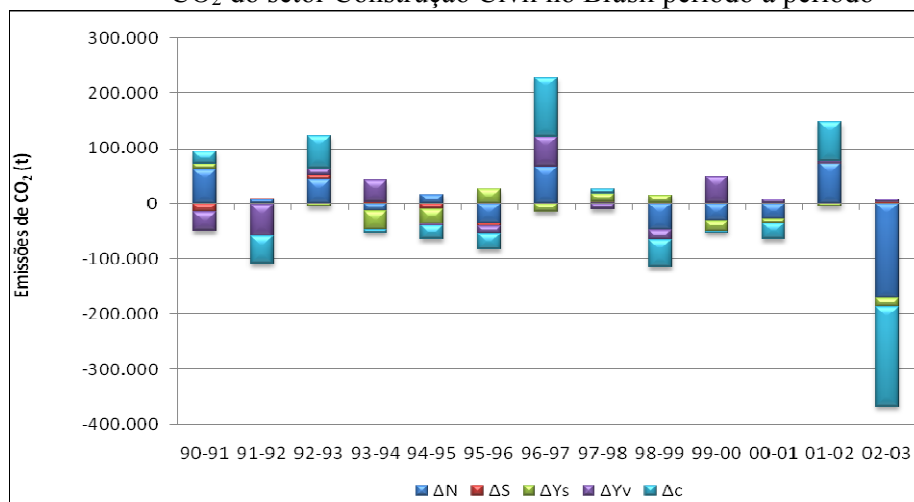
Figura 27 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor SIUP no Brasil período a período



Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao setor Construção Civil verifica-se que em geral houve um comportamento em direção à redução nos níveis de CO<sub>2</sub>. O setor é diretamente dependente do comportamento da participação da FBCF dentro da demanda final. A Figura 5 mostra como a participação desse componente veio se reduzindo a partir de 2000 e isso é refletido na contribuição negativa do efeito  $\Delta Y_s$  às emissões de CO<sub>2</sub>, como mostrado na Figura 28. Esse padrão é observado em toda a série de anos.

Figura 28 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Construção Civil no Brasil período a período

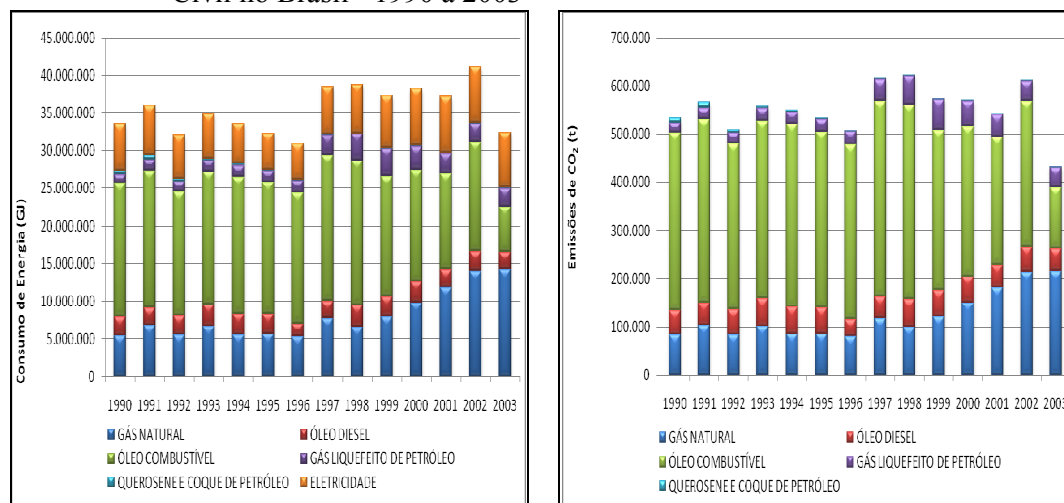


Fonte: Dados da pesquisa.

O setor Construção Civil é de suma importância para um país, pois é responsável pela ampliação da infra-estrutura de estradas, de casas e outros projetos de construção. Este setor enfrentou forte crise no fim da década de 1990 e início do novo século. A política de juros altos adotada pelo governo inibiu investimento no setor.

A Figura 29 mostra o consumo e as emissões por fonte energética da Construção Civil. Predominam as fontes óleos combustíveis, óleo diesel, eletricidade, GLP e ainda o gás natural. As emissões de CO<sub>2</sub> seguem o padrão do consumo energético e representam em 2003 apenas 0,74% do total emitido pelo setor intermediário. O consumo de energia tinha 0,80%.

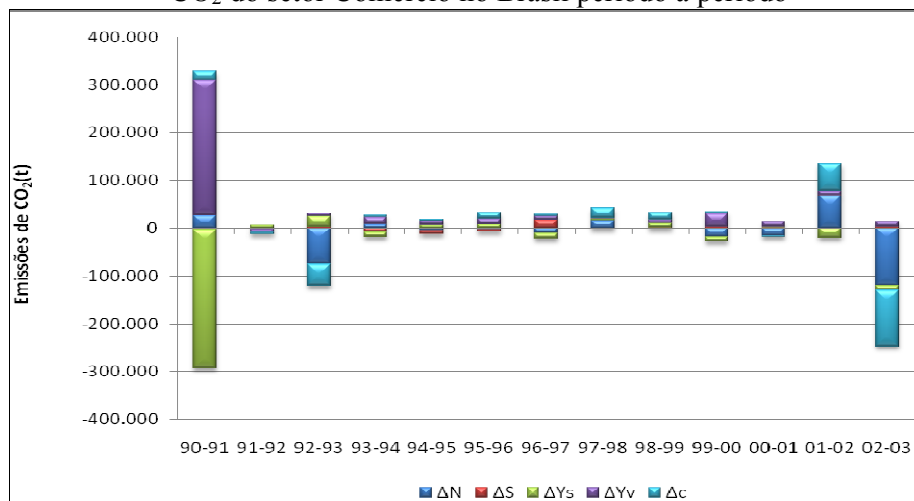
Figura 29 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Construção Civil no Brasil - 1990 a 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

O próximo setor, o de Comércio, apresentou padrão semelhante à economia como um todo com exceção do efeito  $\Delta S$ , que aqui contribuiu para aumentar os níveis de emissão. As relações intersetoriais do Comércio passaram a ser mais intensas com setores que tem maior peso em termos de emissões de CO<sub>2</sub>. Por utilizar basicamente fontes limpas de energia este setor ao final da decomposição estrutural apresentou resultados que indicam reduções nas emissões de CO<sub>2</sub>.

Figura 30 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Comércio no Brasil período a período

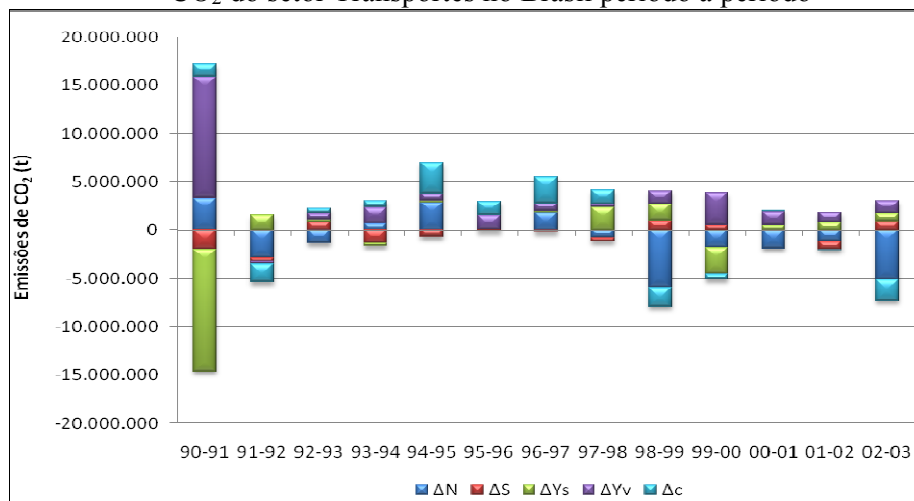


Fonte: Dados da pesquisa.

O setor Transporte é o maior responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub> e o resultado da decomposição confirma isso. A Figura 31 mostra que apesar dos efeitos  $\Delta S$ ,  $\Delta Y_s$ ,  $\Delta N$  terem contribuído para a redução nas emissões de CO<sub>2</sub>, o efeito  $\Delta Y_v$  superou todos os demais. Somente em 1992 esse efeito contribuiu para a redução nas emissões. O crescimento econômico, embora modesto, está diretamente ligado ao aumento da frota de veículos no país seja pela demanda por caminhões para o transporte de cargas, seja pelo consumo de automóveis de passeio, consumo este propiciado pelo aumento do poder de compra das famílias.

Outro destaque neste setor é a pouca influência do efeito  $\Delta S$  que, apesar de atuar para reduzir as emissões, indica que as relações intersetoriais não causaram significativas mudanças no padrão de emissão do setor.

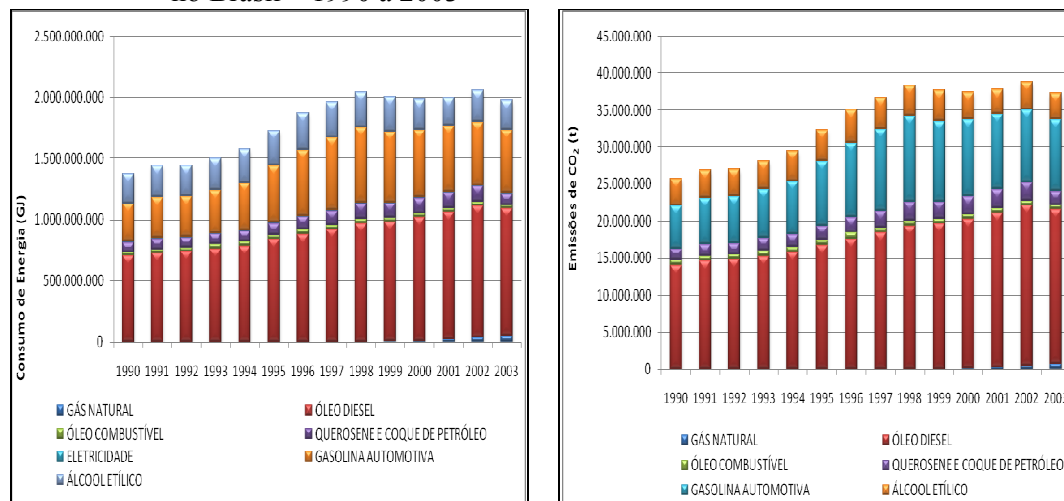
Figura 31 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Transportes no Brasil período a período



Fonte: Dados da pesquisa.

Mesmo participando pouco no total do valor adicionado, este setor detinha em 2003, 49% da energia consumida pelo setor intermediário da economia brasileira, sendo responsável por 63% das emissões de CO<sub>2</sub>. O consumo agregado de óleo diesel, de gasolina automotiva e de álcool etílico somava 91% no total da matriz energética do setor. Sem sombra de dúvida, o setor mais poluente entre os setores analisados. A Figura 32 mostra também a modesta, mas crescente, participação do gás natural a partir de 1998. Muitos veículos nas grandes metrópoles já rodavam movidos a gás natural veicular. Se confirmada a tendência da substituição da gasolina automotiva pelo gás natural como combustível para os veículos o total de emissões de CO<sub>2</sub> pelo setor de transportes pode cair.

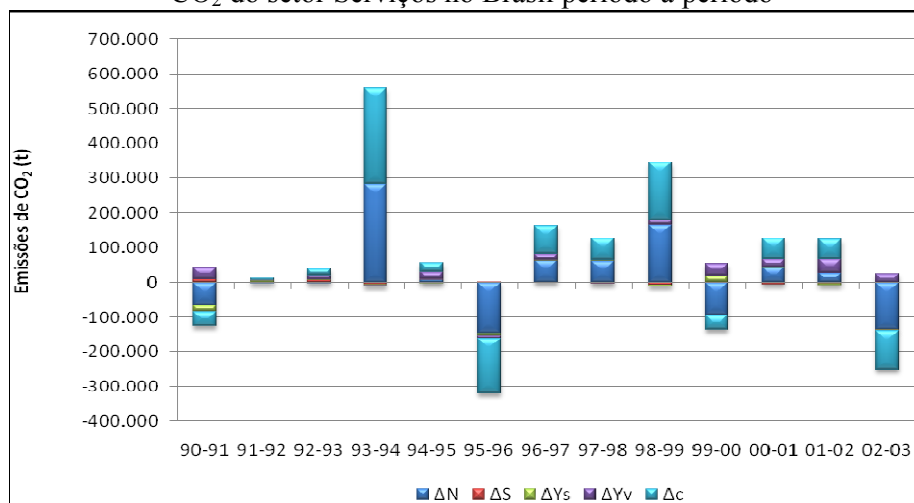
Figura 32 – Uso das fontes energéticas e suas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Transportes no Brasil – 1990 a 2003



Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, no setor de Serviços o efeito que de uma maneira geral mais influencia no padrão de emissões é o  $\Delta N$ . Este setor participa relativamente pouco do total de emissão de CO<sub>2</sub> por utilizar basicamente a energia elétrica na sua matriz energética. Isso lhe confere a condição de ser menos intensiva em emissões, o que é comprovado pelo resultado de  $\Delta N$ . Aqui novamente o efeito  $\Delta S$  tem pouca influência, no entanto não quer dizer que este setor tenha pouca relação com os demais setores.

Figura 33 – Contribuição absoluta dos fatores à mudança nas emissões de CO<sub>2</sub> do setor Serviços no Brasil período a período



Fonte: Dados da pesquisa.

Como ressalta Matias (2006), embora o setor de serviços dependa mais do restante da economia do que o inverso, ele ainda sim é um importante fornecedor de insumos para os demais setores, mesmo que estes insumos, nas etapas posteriores do processo produtivo, tenham a característica de não permitir a agregação de valor adicionado. Isso é refletido pelo pouco impacto do efeito  $\Delta S$ .

O maior acesso da população a serviços financeiros, de saúde e educação nos últimos anos explica o valor positivo do efeito  $\Delta Y_v$  em praticamente todos os períodos para este setor.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo analisar a relação da estrutura produtiva no Brasil e suas respectivas emissões de CO<sub>2</sub>. Através do instrumental da análise de decomposição estrutural verificaram-se quais fatores determinaram as variações nos níveis de CO<sub>2</sub> lançados à natureza entre 1990 e 2003 pelos setores produtivos do país. Esse instrumental permite considerar como a intensidade energética, a tecnologia, a estrutura da demanda final e o volume da demanda final influenciam o total de emissões de CO<sub>2</sub>. Os dados utilizados na análise foram retirados do Balanço Energético Nacional e das matrizes de insumo-produto fornecidas pelo IBGE.

O estudo partiu em duas frentes; primeiro procurou-se fazer uma caracterização geral da composição da matriz energética brasileira entre 1990 e 2003, destacando quais fontes energéticas eram mais utilizadas por cada setor produtivo, quais foram ganhando participação e, claro, quais foram substituídas por fontes alternativas. Em seguida passou-se à análise da decomposição estrutural propriamente dita, considerando as emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis durante o processo produtivo. Foram considerados resultados entre todo o período de análise, 1990 a 2003; e resultados por sub-períodos, ano a ano.

Com relação ao padrão da matriz energética percebe-se que vem ocorrendo uma gradativa substituição no uso de fontes energéticas poluentes por fontes consideradas mais limpas. Foi o caso da substituição óleo combustível e do carvão mineral pelo gás natural. Em 1990 o país consumia 2.194.426 tep (3,4%) de energia proveniente do gás natural, passando para 10.030.871 tep (10,3%) em 2003, enquanto que a participação do óleo combustível e do carvão mineral era de 16% em 1990 caindo para 10% em 2003. Óleo diesel e eletricidade são as duas fontes mais utilizadas na matriz energética, no entanto, eletricidade não contribui



diretamente para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>. O aperfeiçoamento na técnica da utilização do gás natural e a distribuição cada vez maior através de redes que cruzam principalmente as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, disseminaram o uso do gás natural. Além do que as emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao consumo de gás natural são bem menores do que as emitidas pelo consumo de óleo combustível e carvão mineral. Na busca por fontes energéticas menos poluentes, o gás natural se apresenta como uma boa opção, além de ser, por enquanto, uma alternativa mais barata. O Brasil já é conhecido como um país que utiliza, em maior proporção, fontes de energia limpa como a energia elétrica e as empresas em geral vêm realocando suas matrizes energéticas na busca por fontes menos poluentes.

Mesmo com esse esforço, nos 14 anos de análise, o país aumentou seus níveis de emissão de CO<sub>2</sub>, fruto da reestruturação da economia, da expansão da produção e da composição da demanda final, sobretudo nos setores de Transformação e de Transportes. Os resultados mostraram que o efeito intensidade energética foi responsável por 57% da variação das emissões de CO<sub>2</sub> entre 1990 e 2003, enquanto que o efeito tecnologia respondeu por 15,1%, a composição da demanda final com 66,5%; esses três fatores atuaram de forma a reduzir o total das emissões. O volume da demanda final foi responsável por 239,4% da variação das emissões de CO<sub>2</sub>, aumentando o total emitido.

Setores como o de Transportes (63%), Agropecuária (7%), Mineral não Metálico (4,4%), Siderurgia (4,3%) e Refino do Petróleo (4,2%) foram os setores que mais contribuíram para esse aumento nos níveis de emissão. A base energética desses setores são o óleo diesel, o carvão mineral e o óleo combustível, além da gasolina automotiva no setor de Transportes, fontes com elevados fatores de emissão de CO<sub>2</sub>.

Como previsto as alterações econômicas pelas quais passou o país durante o período analisado tiveram impacto no padrão de consumo de energia e por conseqüência no volume de emissão de poluentes. Seja pela abertura econômica que alterou o padrão da balança

comercial, influenciando nos impactos do efeito Estrutura da Demanda Final, seja pela estabilização da inflação, refletida no padrão de compras e vendas intersetoriais.

Foi observado que o aumento do consumo das famílias e o aumento da formação bruta de capital fixo (FBCF) no total do PIB foram primordiais para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>. Isso é mostrado pelo significativo resultado da decomposição para o efeito Estrutura da Demanda Final. O fato de haver uma ligação direta entre o aumento da FBCF e o total de CO<sub>2</sub> emitido coloca em conflito a prioridade imediata de um crescimento econômico sustentável no Brasil e a não menos importante urgência de proteção ao meio ambiente, principalmente com relação às emissões de CO<sub>2</sub>. O que se viu foi que o crescimento econômico experimentado pelo país durante o período de análise trouxe junto um aumento no total de poluentes lançados na atmosfera. Waschmann (2005), em seu estudo para o Brasil, encontrou resultados semelhantes para o efeito volume da demanda final ( $\Delta Y_v$ ). Mesmo utilizando uma metodologia diferente para o cálculo da decomposição estrutural – ele utilizou o método LMDI – o resultado para o período de 1990 a 1995 que abrange parte do período adotado aqui mostra que o crescimento econômico influenciou de forma a aumentar as emissões de CO<sub>2</sub>.

Como contribuição, este trabalho ressalta a necessidade de conciliar políticas de incentivo ao crescimento econômico que demandarão um consumo maior de energia, mas que as fontes energéticas utilizadas sejam menos poluentes. O Brasil, hoje, tem o privilégio de contar com grandes bacias hidrográficas que permitem obter a energia hidrelétrica, não emissora de gases poluentes. Possui ainda uma grande extensão litorânea, onde a incidência de correntes de ar permite gerar a energia eólica. Por fim, vem agora desenvolvendo tecnologia para a geração do biodiesel que em breve poderá substituir em parte a utilização do óleo diesel e da gasolina, atuais vilões nas emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustíveis fósseis.

## **BIBLIOGRAFIA**

ALBRECHT, J.; FRANÇOIS, D.; SCHOORS, K. A Shapley decomposition of carbon emissions without residuals. **Energy Policy**, v. 30, nº 7, p. 727-736, Jul. 2002.

ALCÁNTARA, V.; ROCA, J. Energy and CO<sub>2</sub> emissions in Spain. Methodology of analysis and some results for 1980-90. **Energy Economics**, v. 17, nº 3, p. 221-230, 1995

ALVIN, C.F.; EIDELMAN, F.; MAFRA, O.; FERREIRA, O.C. Comparação de resultados de projeções de demanda de energia elétrica no Brasil. **Economia e Energia** [on line], nº 59, dez. 2006-jan. 2007. Disponível em:  
< [http://ecen.com/eee59/eee59p/comparacao\\_de\\_resultados\\_de\\_energia\\_eletrica.htm](http://ecen.com/eee59/eee59p/comparacao_de_resultados_de_energia_eletrica.htm)>.  
Acesso em: 25 jul. 2007.

ANG, B.W. Multilevel decomposition of industrial energy consumption. **Energy Economics**, v. 17, nº 1, p. 39-51, Jan. 1995a.

ANG, B.W. Decomposition methodology in industrial energy demand analysis. **Energy**, v. 20, nº 11, p. 1081-1095, Nov. 1995b.

ANG, B.W.; CHOI, K.H. Decomposition of aggregate energy and gas emission intensity: a refined Divisia index method. **The Energy Journal**, v. 18, nº 3, p. 59-73, Jul. 1997.

ANG, B.W.; LEE, P.W. Decomposition of industrial energy consumption: The energy coefficient approach. **Energy Economics**, v. 18, nº 1-2, p. 129-143, Apr. 1996.

ANG, B.W.; LEE, S.Y. Decomposition of industrial energy consumption some methodological and application issues. **Energy Economics**, v. 16, nº 2, p. 83-92, Apr. 1994.

ANG, B.W.; LIU, F.L.; CHEW, E.P. Perfect decomposition techniques in energy and environmental analysis. **Energy Policy**, v. 31, nº 14, p. 1561-1566, Nov. 2003.

ANG, B.W.; PANDIYAN, G. Decomposition of energy-induced CO<sub>2</sub> emissions in manufacturing. **Energy Economics**, v. 19, nº 3, p. 363-374, Jul. 1997.

ANG, B.W.; ZHANG, F.Q. Inter-regional comparisons of energy-related CO<sub>2</sub> emissions using the decomposition technique. **Energy**, v. 24, nº 4, p. 297-305, Apr. 1999.

ANG, B.W.; ZHANG, F.Q. A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. **Energy**, v. 25, nº 12, p. 1149-1176, Dec. 2000.

ANG, B.W.; ZHANG, F.Q.; CHOI, K.H. Factorizing changes in energy and environmental indicators through decomposition. **Energy**, v. 23, nº 6, p. 489-495, Jun. 1998.

ARAGÃO, P.A. **Estimativa da contribuição do setor petróleo ao produto interno bruto brasileiro: 1955/2004**. 2005. Tese (Mestrado em Planejamento Energético) - PPE/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/amandap.pdf>> . Acesso em: 25 jul. 2007.

ARRAES, R.A., DINIZ, M.B.; DINIZ, M.J.T. Curva Ambiental de Kuznets e desenvolvimento econômico sustentável. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online], v. 44, nº 3, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032006000300008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032006000300008&lng=en&nrm=iso)> . Acesso em: 24 mai. 2007

AVERBUG, A; GIAMBIAGI, F. A crise brasileira de 1998/1999 – Origens e conseqüências. **Texto para Discussão**. Rio de Janeiro: BNDES. nº 77, 2000.

BOYD, G.A., HANSON, D.A., STERNER, T. Decomposition of changes in energy intensity: A comparison of the Divisia index and other methods. **Energy Economics**, v. 10, nº 4, p. 309-312, Oct. 1988.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Gás natural: ampliando a participação na matriz energética brasileira. **Informe Infra-Estrutura**. Rio de Janeiro, n. 9, p. 1-6, abr. 1997a.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. Minerais não ferrosos. **Informe Setorial**. Rio de Janeiro, n. 11, p. 1-7, jul. 1997b.

CANTUCHE, J. M. R. Input-Output structural decomposition for Andalusia and Madrid (Spain). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INPUT-OUTPUT TECHNIQUES, 13, 2000, Macerata. **Anais Eletrônicos...** Macerata, 2000. Disponível em: <<http://policy.rutgers.edu/cupr/iioa/iioa.htm>> . Acesso em: 21 mai. 2006.

CENAMO, M.C. **Mudanças Climáticas, o Protocolo de Quioto e Mercado de Carbono**. 2004. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/protocolo\\_quioto.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/protocolo_quioto.pdf)> . Acesso em 18 set 2006.

CHANG, Y.F.; LIN, S.J. Structural decomposition of industrial CO<sub>2</sub> emission in Taiwan: an input-output approach. **Energy Policy**, v. 26, nº 1, p. 5-12, Jan. 1998.

CHÓLIZ, S.J.; DUARTE, R. CO<sub>2</sub> emissions embodied in international trade: evidence for Spain. **Energy Policy**, v. 32, nº 18, p. 1999-2005, Dec. 2004.

COSTA, J.S. da; PINHEIRO, M.A.; MORAIS, A.F.; KROTH, D.C.; LOPES, R.L. Riscos e oportunidades do conflito Brasil-Bolívia sobre o gás natural: Uma análise dos impactos dos preços na economia brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, 2007. mimeo.

CYRILLO, D. C.; SAES, M. S.M.; BRAGA, M.B. Tendências do Consumo de Alimentos e o Plano Real: Uma Avaliação para a Grande S. Paulo. **Planejamento e Políticas Públicas** (IPEA), São Paulo, v. 16, p. 163-196, 1997.

DIAKOULAKI, D.; MAVROTAS, G.; ORKOPOULOS, D.; PAPAYANNAKIS, L. A bottom-up decomposition analysis of energy-related CO<sub>2</sub> emissions in Greece. **Energy**, Exeter, 2005, in press. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 20 mai. 2006.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO-ECONÔMICOS – DIEESE. **Programa Moderfrota (Modernização da Frota de Máquinas e Equipamentos Agrícolas) Breves Informações**. Estudos e Pesquisas, ano 1, nº 7, mar. 2005. Disponível em: <[http://www.dieese.org.br/esp/estpesq07\\_moderfrota05.pdf](http://www.dieese.org.br/esp/estpesq07_moderfrota05.pdf)>. Acesso em: 26 jul. 2007.

DIETZENBACHER, E.; HOEKSTRA, R. The RAS structural decomposition approach. In: CONFERENCE ON INPUT-OUTPUT TECHNIQUES, 13, 2000, Macerata. **Anais Eletrônicos...** Macerata, 2000. Disponível em: <<http://policy.rutgers.edu/cupr/iioa/iioa.htm>> . Acesso em: 21 mai. 2006.

DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Structural decomposition analysis with dependent determinants. In: CONFERENCE ON INPUT-OUTPUT TECHNIQUES, 13, 2000, Macerata. **Anais Eletrônicos...** Macerata, 2000. Disponível em: <<http://policy.rutgers.edu/cupr/iioa/iioa.htm>> . Acesso em: 21 mai. 2006.

GREENING, L.A.; DAVIS, W.B.; SCHIPPER, L.; KHRUSHCH, M. Comparison of six decomposition methods: application to aggregate energy intensity for manufacturing in 10 OECD countries. **Energy Economics**, v. 19, nº 3, p. 375-390, Jul. 1997.

HAAN, de M. A structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands. **Economic Systems Research**, v. 13, nº 2, p. 181-196, Jun. 2001.

HOEKSTRA, R.; BERGH, J.J.C.J.M. van der. Comparing structural and index decomposition analysis. **Energy Economics**, v. 25, nº 1, p. 39-64, Jan. 2003.

HOEM, A. A decomposition analysis of the emissions of CO<sub>2</sub>. In: EUROPEAN CONGRESS OF THE REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, 43, 2003, Jyväskylä. **Anais Eletrônicos...** Jyväskylä, 2003. Disponível em: <[www.jyu.fi/ersa2003/](http://www.jyu.fi/ersa2003/)>. Acesso em: 20 out. 2006.

HOWARTH, R.B.; SCHIPPER, L.; DUERR, P.A.; STRØM, S. Manufacturing energy use in eight OECD countries - Decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity. **Energy Economics**, v. 13, nº 2, p. 135-142, Apr. 1991. Abstract.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA – INMETRO. **Unidades Legais: é muito fácil de escrever**. (s.d.). Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>> Acesso em: 18 set. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. Versão 1.0, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> . Acesso em: 24 nov. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sistema de Contas Nacionais – 2003. **Download**: banco de dados. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> . Acesso em: 15 mar. 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE. **Greenhouse gas inventory reporting instructions – IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**, v. 1, 2, 3. IPCC. IEA. OECD. 1997.

INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: Synthesis Report**. IPCC, Geneva, 184 p., 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Séries Temporais**. Disponível em: <[www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br)> . Acesso em: 16 mar. 2006.

JACOBSEN, H.K. Energy Demand, structural change and trade: A decomposition analysis of the Danish manufacturing industry. **Economic Systems Research**, v. 12, nº 3, p. 319-343, Sept. 2000.

KAGAWA, S.; INAMURA, H. The structural decomposition of energy consumption based on a hybrid rectangular Input-Output framework – Japan's Case. In: CONFERENCE ON INPUT-OUTPUT TECHNIQUES, 13, 2000, Macerata. **Anais Eletrônicos...** Macerata, 2000.

Disponível em: <<http://www.iioa.org/pdf/13th%20conf/Kagawa-EnergyDecomp.pdf>> .  
Acesso em: 25 set. 2006.

LEE, C.F.; LIN, S.J. Structural decomposition of CO<sub>2</sub> emissions from Taiwan's petrochemical industries. **Energy Policy**, v. 29, n° 4, p. 237-244, Mar. 2001.

LISE, W. Decomposition of CO<sub>2</sub> emissions over 1980-2003 in Turkey. **Energy Policy**, v. 34, n° 14, p. 1841-1852, Sept. 2006.

MACHADO, G.V. **Meio-Ambiente e comércio exterior: impactos da especialização comercial brasileira sobre o uso de energia e as emissões de carbono do país**. 2002. 192 p. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – PPE/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MATIAS, A.N. **Análise da evolução estrutural do setor serviços no Brasil: Uma abordagem de insumo-produto**. 2006. 149 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – PPG/PME, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

MILANA, C. The Input-Output Structural Decomposition Analysis of "Flexible" Production Systems. In: LAHR, M.L.; DIETZENBACHER, E. (Ed.). **Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions, Essays in honor of Ronald E. Miller**. New York, Palgrave, 2002, pp. 349-80.

MILLER, R.E.; BLAIR, P.D. **Input-Output analysis: Foundations and extensions**. Edgewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985. 464p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. Ed. Departamento de Relações Institucionais. Brasília, set. 1999.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Comunicação nacional inicial do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança de clima**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, MCT, Brasília, nov. 2004.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Ciência da mudança do clima**. 2006a. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/3886.html>> . Acesso em: 08 set. 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Texto do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**. 2006b. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28739.html>> . Acesso em: 04 dez. 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Balço energético nacional 2004**, MME, Brasília, 2004. Disponível em:

<[http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=1432](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432)> . Acesso em: 13 abr. 2006.

MONTEIRO FILHA, D.C.; CORRÊA, A. O complexo têxtil. In: BNDES. **BNDES 50 anos – Histórias setoriais**. Rio de Janeiro, 2002.

MUKHOPADHYAY, K.; CHAKRABORTY, D. India's energy consumption changes during 1973/1974 to 1991/92. **Economic Systems Research**, v. 11, nº 4, p. 423-438, Dec. 1999.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Infrastructure to 2030: Telecom, Land Transport, Water and Electricity**. v. 1, 293 p. OECD. 2006.

PAMUKÇU, T.; BOER de P. A structural decomposition analysis of imports of Turkey (1968-1990). In: CONFERENCE ON INPUT-OUTPUT TECHNIQUES, 13, 2000, Macerata. **Anais Eletrônicos...** Macerata, 2000. Disponível em:

<<http://policy.rutgers.edu/cupr/iioa/iioa.htm>> . Acesso em: 21 mai. 2006.

PARK, S.H. Decomposition of industrial energy consumption: An alternative method. **Energy Economics**, v. 14, nº 4, p. 265-270, Oct. 1992..

PAUL, S.; BHATTACHARYA, R.N. CO<sub>2</sub> emission from energy use in India: a decomposition analysis. **Energy Policy**, v. 32, nº 5, p. 585-593, Mar. 2004.

POOLE, A.D.; HOLLANDA, J.B.de; TOLMASQUIM, M.T. **Conservação de energia e emissões de gases do efeito estufa no Brasil**. Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE, 1998. Disponível em:  
<[http://www.inee.org.br/down\\_loads/eficiencia/CO2\\_PORT.pdf](http://www.inee.org.br/down_loads/eficiencia/CO2_PORT.pdf)> . Acesso em: 22 nov. 2006.

RICHARDSON, H.W. **Insumo-produto e economia regional**. Tradução de: S. G. de Paula. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

SHRESTHA, R.M.; TIMILSINA, G. R. Factors affecting CO<sub>2</sub> intensities of power sector in Asia: A Divisia decomposition analysis. **Energy Economics**, v. 18, nº 4, p. 283-293, Oct. 1996.



SKOLKA, J. Input-Output structural decomposition analysis for Austria. **Journal of Policy Modelin**, v. 11, nº 1, p. 45-66, Mar. 1989.

SUN, J.W. Changes in energy consumption and energy intensity: A complete decomposition model. **Energy Economics**, v. 20, nº 1, p. 85-100, Feb. 1998.

SUN, J.W.; ANG, B.W. Some properties of an exact energy decomposition model. **Energy**, v. 25, nº 12, p. 1177-1188, Dec. 2000.

SUN, J.W.; MALASKA, P. CO<sub>2</sub> emission intensities in developed countries 1980-1994. **Energy**, v. 23, nº 2, p. 105-112, Feb. 1998.

TORVANGER, A. Manufacturing sector carbon dioxide emissions in nine OECD countries, 1973-87: A Divisia index decomposition to changes in fuel mix, emission coefficients, industry, structure, energy intensities and international structure. **Energy Economics**, v. 13, nº 3, p. 168-186, Jul. 1991.

UNITED NATIONS – DEPARTMENT FOR ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, STATISTICS DIVISION. **Studies in Methods – Handbook of National Accounting**, Series F, nº 74, New York, 1999.

VICENTE, J.R. Competitividade do agronegócio brasileiro, 1997-2003. **Agricultura em São Paulo**, v. 52, nº 1, p. 5-19, jan./jun. 2005.

WACHSMANN, E. **Mudanças no consume de energia e nas emissões associadas de CO<sub>2</sub> no Brasil entre 1970 e 1996 – Uma análise de decomposição estrutural**. 2005. 207 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

WIER, M. Sources of change in emissions from energy: A structural decomposition analysis. **Economic Systems Research**, v. 10, nº 2, p. 99-112, Jun. 1998.

WIER, M.; HASLER, B. Accounting for nitrogen in Denmark – a structural decomposition analysis. **Ecological Economics**, v. 30, nº 2, p. 317-331, Aug. 1999.

YABE, N. An analysis of CO<sub>2</sub> emissions of Japanese industries during the period between 1985 and 1995. **Energy Policy**, v. 32, nº 5, p. 595-610, Mar. 2004.

## **ANEXOS**

ANEXO A – Critério de agregação dos setores da MIP de 42 para 7 setores

---

**1- Agropecuária**

1- Agropecuária

**2-Extração**

2- Extrativa mineral

3- Petróleo e gás

**3- Transformação**

4- Mineral não-metálico

5- Siderurgia

*Metalurgias*

6- Metalúrgicos não-ferrosos

7- Outros metalúrgicos

14- Celulose, papel e gráfica

*Alimentos e bebidas*

24- Indústria do café

25- Beneficiamento de produtos vegetais

26- Abate de animais

27- Indústria de laticínios

28- Fabricação de açúcar

29- Fabricação de óleos vegetais

30- Outros produtos alimentícios

*Química e refino*

16- Elementos químicos

17- Refino do petróleo

21- Indústria têxtil

*Outras indústrias*

8- Máquinas e equipamentos

9- Material elétrico

10- Equipamentos eletrônicos

11- Automóveis/Caminhões/Ônibus

12- Peças e outros veículos

13- Madeira e mobiliário

15- Indústria da borracha

18- Químicos diversos

19- Farmácia e veterinária

20- Artigos plásticos

22- Artigos do vestuário

23- Fabricação de calçados

31- Indústrias diversas

**4- SIUP**

**5- Construção civil**

**6- Comércio**

**7- Transportes**

**8- Serviços**

36- Comunicações

37- Instituições financeiras

38- Serviços prestados à família

39- Serviços prestados à empresa

40- Aluguel de imóveis

41- Administração pública

42- Serviços privados não-mercantis

---

Fonte: Elaboração do autor.

## ANEXO B - Unidades de medidas e Equivalência Padrão

1 tonelada equivalente de petróleo (tep)	$1 \times 10^{10}$ calorias
$10^3$ tep	41,868 terajoules (TJ)
1 tonelada (t)	1 megagrama (Mg)
1 kilotonelada (kt)	1 gigagrama (Gg)
1 caloria (cal)	4,1855 J
1 joule (J)	0,239 cal

Fonte: MME (2004).

## ANEXO C – Formação dos múltiplos e submúltiplos

Nome	Símbolo	Fator pelo qual a unidade é multiplicada
tera	T	$10^{12} = 1.000.000.000.000$
giga	G	$10^9 = 1.000.000.000$
mega	M	$10^6 = 1.000.000$
quilo	k	$10^3 = 1.000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	$10 = 10$
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	$\mu$	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$

Fonte: INMETRO (s.d)

ANEXO D - Deflatores implícitos setoriais da Matriz de Insumo-Produto, Brasil, 1990 a 2003

Setores	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1 Agropecuária	40,0979	7,9256	0,7859	35,8560	3,2620	2,0081	1,8443	1,7024	1,5852	1,6143	1,5141	1,4035	1,2607	1
2 Extrativa mineral	42,4723	6,6463	0,5741	35,4753	4,5989	2,9535	2,8649	2,6575	2,6809	1,8029	2,0940	1,5169	1,1175	1
3 Petróleo e gás	74,9274	16,6557	1,6128	101,6354	14,3183	9,9786	6,7555	6,8451	14,1909	3,8864	1,8809	1,6622	1,3514	1
4 Minerais não-metálicos	32,3672	5,9099	0,5541	26,8235	2,9999	1,8964	1,9307	1,6591	1,5499	1,6119	1,5107	1,3842	1,1660	1
5 Siderurgia	61,1469	10,6876	0,8215	41,4404	5,7857	3,3345	3,4362	3,0274	3,2891	2,6608	1,9606	1,8956	1,3749	1
6 Metalurgia não-ferrosos	29,6080	5,7899	0,5755	33,1873	3,4205	1,9807	2,0379	1,9330	2,1748	1,7514	1,3747	1,3613	1,0338	1
7 Outros metalúrgicos	28,0218	5,2712	0,5384	23,7320	2,8246	1,6894	1,5998	1,5578	1,5164	1,5211	1,3921	1,3723	1,2622	1
8 Máquinas e equipamentos	44,2889	9,1006	0,6793	29,6906	4,1333	2,5830	2,3181	2,1135	2,1053	1,7714	1,4616	1,3380	1,2019	1
9 Material elétrico	12,5609	2,7493	0,2317	12,5141	1,7126	0,9865	0,9810	0,9499	0,9831	0,9868	0,9868	0,8511	0,9936	1
10 Equipamentos eletrônicos	24,6969	5,3876	0,4759	23,8808	3,1715	1,7802	1,7472	1,6687	1,3061	1,3837	1,0158	1,0254	0,9262	1
11 Automóveis, caminhões e ônibus	28,0722	5,5034	0,5160	23,6463	2,7270	1,3372	1,2042	1,0668	1,0886	1,0462	0,9610	0,9561	1,0795	1
12 Peças e outros veículos	21,2304	4,5662	0,3787	17,9828	2,2352	1,3228	1,3106	1,2551	1,2494	1,2900	1,0276	0,8928	0,9546	1
13 Madeira e mobiliário	31,3548	5,8587	0,6143	25,7753	2,8449	1,6596	1,5848	1,4971	1,5671	1,3869	1,4370	1,2935	1,1016	1
14 Celulose, papel e gráfica	45,6649	7,4112	0,8595	35,7545	6,2530	2,8104	2,6775	2,6765	2,8194	2,0541	1,2990	1,3520	1,3322	1
15 Indústria da borracha	41,1841	8,3076	0,7243	34,2939	4,1617	2,4053	2,2820	2,1864	2,2343	1,7871	1,5297	1,4008	1,1527	1
16 Elementos químicos	62,4628	10,8133	0,8395	28,8198	3,9660	2,9463	2,8517	2,3220	2,5067	1,9114	1,4607	1,3824	1,3170	1
17 Refino de petróleo	55,7195	13,9393	0,8466	27,9847	4,3537	3,1749	3,2661	2,8636	2,2851	2,0689	2,1076	1,5882	1,3307	1
18 Químicos diversos	35,6507	6,9783	0,7158	34,9272	4,8104	3,0957	2,6151	2,4564	2,3818	1,7330	1,8388	1,6555	1,3159	1
19 Farmacêuticos e veterinária	31,9633	8,3708	0,4998	19,9101	2,5454	1,6966	1,4435	1,1461	1,0149	1,0426	1,0382	1,0809	1,1278	1
20 Artigos plásticos	29,3881	6,5719	0,6239	26,3169	3,5701	2,0194	1,7696	1,6715	1,7722	1,8621	1,4276	1,3977	1,3097	1
21 Indústria têxtil	16,2400	3,7589	0,3719	17,0541	2,2920	1,2804	1,1525	1,1281	1,1833	1,1177	1,0757	1,1903	1,0467	1
22 Artigos do vestuário	30,7156	6,7934	0,6282	30,7409	3,8208	2,2604	1,9834	1,9432	1,8319	1,1449	1,0008	1,0095	0,9641	1
23 Fabricação de calçados	41,7921	7,7724	0,6173	31,2415	4,1422	2,5632	2,3229	2,1964	2,1991	1,8712	1,5249	1,1816	0,9573	1
24 Indústria do café	57,2640	9,6055	1,2879	35,8055	3,0537	1,9357	1,8641	1,7377	1,2865	1,1790	1,0751	1,2666	1,0021	1
25 Benef. prod. vegetais	30,2781	4,9633	0,3940	19,6570	2,5587	1,7885	1,5056	1,3562	1,4525	1,1379	1,3980	1,4958	1,1364	1
26 Abate de animais	40,8033	7,6478	0,7476	27,3857	3,1239	1,9780	1,6774	1,7930	1,7986	1,4524	1,3707	0,9898	0,9479	1
27 Indústria de laticínios	29,2857	5,3983	0,5161	21,9870	2,6103	1,4408	1,1734	1,0823	0,9845	1,1126	1,1043	0,9955	1,0065	1
28 Fabricação de açúcar	76,8485	14,6453	1,2367	49,9730	6,0445	4,8904	4,7679	4,3814	4,2256	4,2422	1,7754	1,3622	1,2488	1
29 Fab. de óleos vegetais	56,4946	9,9082	0,5623	36,1896	4,1763	3,1441	2,5941	1,7556	1,5404	1,5480	2,3247	1,6921	1,1362	1
30 Outras prod. aliment.	28,4512	5,0471	0,3960	19,0663	2,4432	1,5180	1,2860	1,1290	1,1293	1,0206	1,0415	1,1089	1,1029	1
31 Indústrias diversas	28,9738	5,8092	0,5479	23,1692	2,8979	1,9069	1,8253	1,7256	1,7843	1,7471	1,3879	1,3508	1,2820	1
32 S.I.U.P	41,6243	8,7199	0,6890	31,5024	3,7897	2,4983	2,1229	1,9967	1,7260	1,5831	1,3990	1,1594	1,0728	1
33 Construção civil	44,8771	9,0731	0,7428	32,0545	3,4808	1,8607	1,5599	1,4354	1,3554	1,3333	1,2536	1,1921	1,1154	1
34 Comércio	28,7680	5,9846	0,5724	27,5257	3,3144	2,0608	1,9787	1,8605	1,8085	1,6913	1,5130	1,3822	1,1881	1
35 Transportes	23,5316	4,6958	0,4544	21,7937	2,6646	1,5668	1,5161	1,3283	1,2772	1,2811	1,2094	1,1358	1,0902	1
36 Comunicações	29,8429	7,9450	0,5792	25,8725	3,9495	2,5180	1,8216	1,5980	1,3158	1,4923	1,3322	1,3721	1,3314	1
37 Instituições financeiras	22,4167	5,0896	0,2480	8,4717	1,9051	1,8777	1,8381	1,8087	1,6741	1,6580	1,7638	1,3530	1,0511	1
38 Serviços prestados às famílias	30,2177	5,6125	0,5185	23,1701	2,9355	1,4915	1,1933	1,1521	1,2059	1,1197	1,1110	1,1071	1,0823	1
39 Serviços prestados às empresas	31,8084	5,3134	0,5080	23,1290	3,2783	2,0846	1,5908	1,4655	1,4197	1,4692	1,4474	1,2662	1,1045	1
40 Aluguel de imóveis	60,6738	5,8804	0,7014	46,9051	5,4995	2,0302	1,2822	1,0901	1,0617	1,0774	1,0954	1,0967	1,0372	1
41 Administração pública	35,8084	8,2697	0,8375	38,4123	4,1271	2,0954	1,7878	1,6802	1,5467	1,4930	1,3284	1,2375	1,1136	1
42 Serviços privados não-mercantis	40,3171	7,7906	0,6846	30,9942	3,8659	2,1140	1,7590	1,6155	1,4581	1,3839	1,4174	1,2641	1,1728	1

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2003).

ANEXO E – Resultado da Decomposição Estrutural das emissões de CO<sub>2</sub> – Brasil1990-1991 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	88187	3025	18607487	-18677799	20900
2 Extrativa Mineral	89068	-48846	-2026565	2055239	68897
3 Petróleo e Gás	-63213	-4961	1091725	-1093796	-70245
4 Mineral ã metálico	425557	26824	819454	-870138	401697
5 Siderurgia	67466	-30481	-1692845	1715396	59535
6 Metalurg. ã ferrosos	-4071	-10631	-730908	735126	-10484
7 Outros metalúrgicos	21665	-14839	-1167923	1161747	650
8 Máquinas e equip.	-13344	-7849	-467544	459628	-29108
9 Material elétrico	554	-4085	-101054	100971	-3614
10 Equip. Eletrônicos	2825	-908	-12148	12410	2179
11 Autom./cam./ônibus	-4370	-168	-245423	244526	-5435
12 Peças e out. veículos	-7188	-6692	-308710	308654	-13935
13 Madeira e mobiliário	14433	-4378	-102050	92078	84
14 Celuloso, papel e gráf.	119564	25709	-42045	36206	139434
15 Ind. da borracha	-613	-2046	-50961	51438	-2182
16 Elementos químicos	65387	-34938	-7200394	7411254	241310
17 Refino do petróleo	-423088	-54346	212068	-185066	-450432
18 Químicos diversos	-35075	21	45038	-42682	-32699
19 Farmac. e veterinária	2037	-2575	-84962	93876	8376
20 Artigos plásticos	5296	-1218	-59561	59633	4150
21 Ind. Têxtil	-55825	-21660	-811708	797710	-91483
22 Artigos do vestuário	4984	-45	-24156	23153	3936
23 Fabricação calçados	7773	-655	-38088	35973	5003
24 Indústria do café	-922	-726	977976	-983338	-7010
25 Benef. prod. Vegetais	31605	387	42797	-53582	21207
26 Abate de animais	-1895	-225	106551	-108160	-3730
27 Indústria de laticínios	15940	-411	-16201	15558	14886
28 Fabricação de açúcar	-15189	2310	-833293	842020	-4152
29 Fab. óleos vegetais	4370	4282	-168627	155718	-4257
30 Outros prod. aliment.	41157	5457	1473	-3600	44487
31 Indústrias diversas	-2006	-800	-46437	47157	-2087
32 S.I.U.P.	7281	16907	-204848	247932	67273
33 Construção civil	61992	-15327	9867	-34155	22378
34 Comércio	27752	-4623	-288330	282954	17753
35 Transportes	3364659	-1946649	-12641800	12522975	1299186
36 Comunicações	-2690	14	-3290	4374	-1592
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest. à família	-27780	-15	-16494	15505	-28784
39 Serv. prest. à empresa	-33627	13133	4670	-880	-16704
40 Aluguel de imóveis	-780	5	-19	87	-708
41 Administração pública	-2130	-4448	-2460	15129	6091
42 Serv. priv. ã mercantis	326	0	179	-59	447
<b>TOTAL</b>	<b>3776073</b>	<b>-2126467</b>	<b>-7469558</b>	<b>7491171</b>	<b>1671219</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1991-1992 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-157404	14246	292885	-213880	-64153
2 Extrativa Mineral	99808	-8345	-50506	27475	68432
3 Petróleo e Gás	16252	-1551	-1246	-1950	11505
4 Mineral ñ metálico	-231870	-87378	-40801	-194226	-554274
5 Siderurgia	58533	33168	-37871	15843	69673
6 Metalurg. ñ ferrosos	4626	-9127	-6833	6056	-5278
7 Outros metalúrgicos	173798	-28142	-1190	-18021	126445
8 Máquinas e equip.	-8467	4487	-7530	589	-10921
9 Material elétrico	-1698	157	-885	-1080	-3506
10 Equip. Eletrônicos	9	179	-1743	-411	-1966
11 Autom./cam./ônibus	396	27	-606	727	545
12 Peças e out. veículos	-1186	1317	-1407	777	-499
13 Madeira e mobiliário	10676	-4930	4564	-3905	6406
14 Celulose, papel e gráf.	26543	-37481	-7540	26107	7629
15 Ind. da borracha	379	618	-1561	1412	847
16 Elementos químicos	311876	52269	-257882	69047	175309
17 Refino do petróleo	252668	69553	54117	-83128	293210
18 Químicos diversos	36238	-2370	3581	-4684	32765
19 Farmac. e veterinária	-6850	2180	-10264	214	-14721
20 Artigos plásticos	278	-1014	-828	-218	-1781
21 Ind. Têxtil	1035	-28805	-17656	-2929	-48355
22 Artigos do vestuário	962	-18	-922	-16	6
23 Fabricação calçados	210	-885	-2389	1084	-1980
24 Indústria do café	16648	3976	19414	-3524	36515
25 Benef. prod. Vegetais	13383	933	-5003	-1785	7528
26 Abate de animais	24875	-1135	9649	-2589	30800
27 Indústria de laticínios	14063	266	2999	-2893	14435
28 Fabricação de açúcar	17394	2494	-5096	4784	19575
29 Fab. óleos vegetais	17965	540	-24378	3467	-2406
30 Outros prod. aliment.	18356	1088	-10081	-7171	2193
31 Indústrias diversas	446	-202	-9	-150	85
32 S.I.U.P.	48882	25955	-11407	-4259	59171
33 Construção civil	6896	1216	-2617	-55771	-50276
34 Comércio	-2320	-855	6397	-6808	-3587
35 Transportes	-2849506	-421470	1558980	-223778	-1935775
36 Comunicações	-2014	308	-166	-53	-1925
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	6369	649	3667	-1080	9606
39 Serv. prest. à empresa	3684	126	222	-621	3411
40 Aluguel de imóveis	381	-3	44	-21	402
41 Administração pública	-8667	-230	310	3242	-5344
42 Serv. priv. ñ mercantis	-505	0	188	-119	-437
<b>TOTAL</b>	<b>-2086858</b>	<b>-418187</b>	<b>1448602</b>	<b>-674246</b>	<b>-1730688</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1992-1993 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	285216	21462	-264480	84186	126385
2 Extrativa Mineral	-68735	-2768	-5692	14344	-62851
3 Petróleo e Gás	37958	-16188	-5038	1033	17765
4 Mineral ñ metálico	21831	-152855	-13129	47461	-96691
5 Siderurgia	148938	-29703	-4900	19240	133575
6 Metalurg. ñ ferrosos	20204	-5358	4722	1465	21034
7 Outros metalúrgicos	-9212	-15689	6905	14545	-3451
8 Máquinas e equip.	13254	-2771	3188	1903	15574
9 Material elétrico	7064	-2240	1452	809	7086
10 Equip. Eletrônicos	1767	-281	1099	458	3043
11 Autom./cam./ônibus	3958	-760	3905	521	7624
12 Peças e out. veículos	7443	-1874	5356	1167	12092
13 Madeira e mobiliário	7179	-246	3533	2268	12733
14 Celulose, papel e gráf.	-152966	-38379	63706	5132	-122506
15 Ind. da borracha	5517	-1798	2673	674	7065
16 Elementos químicos	179196	58485	-135998	-23103	78580
17 Refino do petróleo	532948	16458	-55965	62333	555775
18 Químicos diversos	20695	-5219	-2361	2891	16006
19 Farmac. e veterinária	2714	170	-1271	407	2019
20 Artigos plásticos	2083	-421	559	321	2541
21 Ind. Têxtil	55854	-22172	6783	13167	53632
22 Artigos do vestuário	1678	-220	652	133	2243
23 Fabricação calçados	3262	-317	2762	363	6070
24 Indústria do café	-13262	862	-23252	2438	-33214
25 Benef. prod. Vegetais	7969	-2531	6711	2960	15109
26 Abate de animais	-2495	1088	-17218	2810	-15815
27 Indústria de laticínios	-1743	1090	-7090	1580	-6162
28 Fabricação de açúcar	9232	-3886	-25138	-1914	-21706
29 Fab. óleos vegetais	14086	-4854	33592	4328	47152
30 Outros prod. aliment.	15331	1560	-1643	4727	19976
31 Indústrias diversas	845	-610	460	327	1023
32 S.I.U.P.	-159687	-3168	-3644	7745	-158754
33 Construção civil	43714	8200	-5251	11630	58294
34 Comércio	-75799	3028	22612	5819	-44339
35 Transportes	-1301549	886475	262292	622818	470035
36 Comunicações	-1529	112	322	67	-1029
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	-62305	-71	313	2028	-60036
39 Serv. prest. à empresa	-26685	2733	1173	1683	-21097
40 Aluguel de imóveis	-554	-1	-37	18	-574
41 Administração pública	88998	2677	1458	7481	100614
42 Serv. priv. ñ mercantis	-444	0	193	99	-152
<b>TOTAL</b>	<b>-338032</b>	<b>690022</b>	<b>-135684</b>	<b>928360</b>	<b>1144666</b>

Fonte: Dados da pesquisa.



1993-1994 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	293800	172073	1437	166629	633938
2 Extrativa Mineral	55908	-20821	10561	15486	61133
3 Petróleo e Gás	-1745	-4297	-3669	2035	-7676
4 Mineral ã metálico	28239	-67965	-111706	130279	-21154
5 Siderurgia	13739	-10282	5845	26919	36223
6 Metalurg. ã ferrosos	-28533	-1834	3978	4132	-22257
7 Outros metalúrgicos	-101590	-13000	9127	30047	-75416
8 Máquinas e equip.	13503	-8383	13993	6280	25393
9 Material elétrico	3128	-3402	2309	2224	4259
10 Equip. Eletrônicos	1738	-645	2657	904	4653
11 Autom./cam./ônibus	2591	-295	344	2073	4713
12 Peças e out. veiculos	4456	-621	2148	2682	8665
13 Madeira e mobiliário	2168	455	-6944	6077	1756
14 Celulose, papel e gráf.	32277	-15064	-4055	15415	28573
15 Ind. da borracha	4888	-1624	729	2147	6139
16 Elementos químicos	-227758	-124344	117002	70157	-164944
17 Refino do petróleo	-102400	-161500	-28026	86236	-205690
18 Químicos diversos	11731	-11940	4316	6044	10151
19 Farmac. e veterinária	4692	-3053	-352	2208	3496
20 Artigos plásticos	3458	-2217	-109	1119	2252
21 Ind. Têxtil	-151482	-15410	-983	31160	-136714
22 Artigos do vestuário	1810	-62	-591	839	1995
23 Fabricação calçados	2929	631	-2324	863	2098
24 Indústria do café	-21401	72	1415	1421	-18493
25 Benef. prod. Vegetais	-11649	-1012	12487	6704	6530
26 Abate de animais	-3258	150	-10035	6123	-7020
27 Indústria de laticínios	-2712	-2094	-3565	3406	-4965
28 Fabricação de açúcar	-1709	-294	20182	3615	21794
29 Fab. óleos vegetais	-22220	-2042	8081	7696	-8485
30 Outros prod. aliment.	-5500	-4868	12863	12891	15386
31 Indústrias diversas	1826	-916	242	605	1757
32 S.I.U.P.	-43876	-12087	-7895	14470	-49389
33 Construção civil	-13794	2146	-33853	39767	-5734
34 Comércio	8596	-8906	-10450	14749	3989
35 Transportes	766686	-1344961	-266811	1564661	719575
36 Comunicações	12	-194	84	135	38
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	-1880	-1020	704	4190	1994
39 Serv. prest. à empresa	3445	-5426	310	1241	-430
40 Aluguel de imóveis	-90	11	-21	60	-40
41 Administração pública	282078	440	-2373	-6187	273958
42 Serv. priv. ã mercantis	75	0	-132	483	427
<b>TOTAL</b>	<b>802175</b>	<b>-1674601</b>	<b>-263080</b>	<b>2287984</b>	<b>1152479</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1994-1995 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	180104	-108694	69993	132710	274113
2 Extrativa Mineral	-28263	4459	14771	-5906	-14940
3 Petróleo e Gás	-4091	-8050	9376	-1115	-3880
4 Mineral ã metálico	267476	-221616	-4763	147	41243
5 Siderurgia	71361	-39057	-41344	-5311	-14350
6 Metalurg. ã ferrosos	33605	-4580	3124	-238	31911
7 Outros metalúrgicos	130652	-21651	-12685	5267	101583
8 Máquinas e equip.	18501	-8856	-1669	232	8209
9 Material elétrico	4277	-562	1221	604	5541
10 Equip. Eletrônicos	1141	-392	2297	380	3425
11 Autom./cam./ônibus	-1131	-216	514	740	-93
12 Peças e out. veículos	6895	-1346	-2636	776	3689
13 Madeira e mobiliário	8988	-2917	-2056	924	4938
14 Celulose, papel e gráf.	-51473	12045	-32168	4506	-67090
15 Ind. da borracha	4734	-2678	-3018	948	-14
16 Elementos químicos	48635	-115322	-89120	39353	-116454
17 Refino do petróleo	-88668	-200376	-5264	56242	-238066
18 Químicos diversos	19265	-9694	-1972	4440	12039
19 Farmac. e veterinária	8397	-2068	4562	1824	12715
20 Artigos plásticos	2199	-789	901	662	2973
21 Ind. Têxtil	43533	-12572	-26614	17072	21419
22 Artigos do vestuário	1296	-50	-114	520	1652
23 Fabricação calçados	3005	206	-1800	72	1483
24 Indústria do café	466	-157	-5768	-387	-5847
25 Benef. prod. Vegetais	-8635	-582	10194	3477	4453
26 Abate de animais	1141	-1077	2921	3889	6875
27 Indústria de laticínios	-7393	-1380	1739	2258	-4776
28 Fabricação de açúcar	10240	-4870	28434	-916	32888
29 Fab. óleos vegetais	5031	-3225	24607	913	27327
30 Outros prod. aliment.	-19348	-3703	7923	8550	-6577
31 Indústrias diversas	2684	-1894	529	394	1713
32 S.I.U.P.	-12397	-30038	-4097	7425	-39107
33 Construção civil	16601	-10220	-26121	-3742	-23482
34 Comércio	-6430	-5822	7250	8142	3141
35 Transportes	2940493	-723959	189946	705922	3112402
36 Comunicações	-469	-42	218	83	-210
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest. à família	-7313	-91	-5175	2731	-9848
39 Serv. prest. à empresa	162	-2981	1653	1019	-147
40 Aluguel de imóveis	-334	25	-19	30	-297
41 Administração pública	17071	4935	920	15454	38380
42 Serv. priv. ã mercantis	-1296	0	-61	281	-1075
<b>TOTAL</b>	<b>3610711</b>	<b>-1529853</b>	<b>116630</b>	<b>1010371</b>	<b>3207859</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1995-1996 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-56019	67114	-151203	182724	42615
2 Extrativa Mineral	63128	-10286	29282	16009	98133
3 Petróleo e Gás	-18942	13818	5278	1792	1946
4 Mineral ñ metálico	28606	-181841	118184	613	-34438
5 Siderurgia	116362	-18409	39295	12747	149994
6 Metalurg. ñ ferrosos	39790	290	8966	3006	52052
7 Outros metalúrgicos	178987	-26958	16383	9690	178103
8 Máquinas e equip.	6904	822	-4225	46	3547
9 Material elétrico	1044	-2606	1429	707	574
10 Equip. Eletrônicos	891	-765	1923	516	2564
11 Autom./cam./ônibus	-710	-94	307	918	421
12 Peças e out. veículos	1168	-2568	1204	1649	1453
13 Madeira e mobiliário	-432	-2688	6449	2759	6088
14 Celulose, papel e gráf.	290836	8419	-11412	15895	303738
15 Ind. da borracha	-72	-2931	90	1472	-1441
16 Elementos químicos	47174	28675	50895	63937	190682
17 Refino do petróleo	-95270	45335	-65830	42537	-73227
18 Químicos diversos	-6850	5353	-744	5082	2841
19 Farmac. e veterinária	-3871	210	-3399	2884	-4177
20 Artigos plásticos	-686	1959	-584	773	1462
21 Ind. Têxtil	59842	-3073	-38202	26320	44887
22 Artigos do vestuário	-762	-18	-1224	945	-1060
23 Fabricação calçados	-300	-174	-508	1045	62
24 Indústria do café	11446	-1800	6565	2110	18320
25 Benef. prod. Vegetais	8158	1515	-2347	7262	14588
26 Abate de animais	17137	-2994	-7724	6542	12960
27 Indústria de laticínios	5085	-38	-4541	2932	3438
28 Fabricação de açúcar	21784	1819	11393	6869	41866
29 Fab. óleos vegetais	-8772	16124	-14341	8939	1951
30 Outros prod. aliment.	8752	705	-6923	12559	15094
31 Indústrias diversas	366	-775	620	536	747
32 S.I.U.P.	-45369	3123	1043	8632	-32570
33 Construção civil	-35407	-5881	26215	-13183	-28256
34 Comércio	-4498	-3020	8506	11909	12896
35 Transportes	-33585	152643	-78392	1420145	1460812
36 Comunicações	321	376	198	128	1024
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	-5027	-876	-2328	3281	-4950
39 Serv. prest. à empresa	-4319	7165	-182	532	3196
40 Aluguel de imóveis	-161	-1	-6	33	-135
41 Administração pública	-137242	-5607	-3000	-11987	-157837
42 Serv. priv. ñ mercantis	-750	0	-638	373	-1015
<b>TOTAL</b>	<b>448735</b>	<b>82066</b>	<b>-63529</b>	<b>1861677</b>	<b>2328948</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1996-1997 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	190687	-192574	73797	79896	151806
2 Extrativa Mineral	-65204	-19848	49122	-9140	-45070
3 Petróleo e Gás	11434	-978	-2210	1450	9696
4 Mineral ñ metálico	335730	20467	-25540	159374	490031
5 Siderurgia	189809	377	-21511	10307	178982
6 Metalurg. ñ ferrosos	-14213	-1757	-2957	2792	-16134
7 Outros metalúrgicos	-140295	-40174	45844	33270	-101354
8 Máquinas e equip.	-58	-15089	17813	7525	10191
9 Material elétrico	5772	-4590	3007	2453	6642
10 Equip. Eletrônicos	427	1586	-4255	972	-1270
11 Autom./cam./ônibus	-249	-278	2198	1476	3148
12 Peças e out. veículos	3416	-1935	2601	1516	5598
13 Madeira e mobiliário	-4913	-6347	1810	4848	-4602
14 Celulose, papel e gráf.	-81298	-30410	27536	12974	-71198
15 Ind. da borracha	-1144	-3070	1649	881	-1685
16 Elementos químicos	316989	110837	-35440	42452	434837
17 Refino do petróleo	100984	22465	4493	26799	154742
18 Químicos diversos	9382	-731	1609	3692	13952
19 Farmac. e veterinária	-4530	5667	-5118	1160	-2820
20 Artigos plásticos	-392	-939	114	1033	-183
21 Ind. Têxtil	-57957	-51281	-5039	10049	-104228
22 Artigos do vestuário	-303	-79	-1253	377	-1258
23 Fabricação calçados	-780	-832	-703	-120	-2434
24 Indústria do café	-11296	-1978	8782	255	-4236
25 Benef. prod. Vegetais	-2694	-6010	7258	2639	1193
26 Abate de animais	-1466	-4035	15953	2746	13198
27 Indústria de laticínios	1016	-3066	-1329	1512	-1867
28 Fabricação de açúcar	-13015	-6406	25877	-586	5871
29 Fab. óleos vegetais	-17907	-1261	-40989	44	-60113
30 Outros prod. aliment.	-6907	-6780	-12146	5255	-20578
31 Indústrias diversas	-29	-1906	2076	553	694
32 S.I.U.P.	39778	590	8319	6101	54787
33 Construção civil	67531	-1115	-14224	54271	106464
34 Comércio	-10628	17620	-11497	8282	3777
35 Transportes	1857431	-210181	127034	863402	2637686
36 Comunicações	309	153	133	110	705
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	23643	-1440	193	2163	24559
39 Serv. prest. à empresa	-1557	2057	-246	1620	1874
40 Aluguel de imóveis	-47	1	0	13	-33
41 Administração pública	41524	-561	-30	13738	54670
42 Serv. priv. ñ mercantis	-271	0	-29	146	-154
<b>TOTAL</b>	<b>2758711</b>	<b>-433829</b>	<b>242701</b>	<b>1358301</b>	<b>3925884</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1997-1998 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-197533	38138	66237	10444	-82715
2 Extrativa Mineral	-19199	-1327	30495	18147	28117
3 Petróleo e Gás	14898	-12759	2184	-321	4003
4 Mineral ã metálico	119900	68843	-34418	-27010	127315
5 Siderurgia	65983	-16336	-23338	9605	35915
6 Metalurg. ã ferrosos	29032	8873	-2837	583	35650
7 Outros metalúrgicos	54807	-10524	-17419	-3292	23572
8 Máquinas e equip.	2622	-544	-1070	-921	88
9 Material elétrico	531	-648	1581	-263	1202
10 Equip. Eletrônicos	1310	-478	-7409	-25	-6602
11 Autom./cam./ônibus	1807	-71	-6833	18	-5079
12 Peças e out. veiculos	1141	-2491	-2309	323	-3337
13 Madeira e mobiliário	2789	-1243	-793	258	1011
14 Celulose, papel e gráf.	-103489	-15114	7754	5118	-105732
15 Ind. da borracha	1525	1501	-880	224	2369
16 Elementos químicos	-275002	156012	-367257	2839	-483408
17 Refino do petróleo	22673	49956	-24820	5980	53789
18 Químicos diversos	3333	-144	-4302	13	-1101
19 Farmac. e veterinária	-354	510	-1091	227	-707
20 Artigos plásticos	1064	-468	-426	-42	127
21 Ind. Têxtil	-6689	8580	-5324	3699	265
22 Artigos do vestuário	656	-12	-1225	103	-478
23 Fabricação calçados	1232	-310	-1214	479	186
24 Indústria do café	5028	1066	-3154	-375	2565
25 Benef. prod. Vegetais	-4399	-607	8110	1422	4527
26 Abate de animais	2694	236	6944	1177	11051
27 Indústria de laticínios	1307	-590	-3699	332	-2649
28 Fabricação de açúcar	11083	3049	7686	3468	25285
29 Fab. óleos vegetais	25921	-11315	-2562	1745	13789
30 Outros prod. aliment.	10477	-445	7980	1449	19461
31 Indústrias diversas	756	-40	875	41	1632
32 S.I.U.P.	-17096	2442	-4618	1282	-17990
33 Construção civil	1872	605	15598	-10610	7464
34 Comércio	16961	-791	2793	1356	20320
35 Transportes	-804652	-385357	2404990	281556	1496537
36 Comunicações	1981	57	-122	28	1944
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest. à família	-1521	-1437	4111	592	1744
39 Serv. prest. à empresa	2108	990	781	142	4021
40 Aluguel de imóveis	-19	1	9	3	-6
41 Administração pública	57665	-686	-215	-947	55817
42 Serv. priv. ã mercantis	301	0	-543	39	-204
<b>TOTAL</b>	<b>-966500</b>	<b>-122880</b>	<b>2050251</b>	<b>308887</b>	<b>1269758</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1998-1999 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-366139	-15335	139561	113118	-128796
2 Extrativa Mineral	278009	-2989	-186112	159678	248586
3 Petróleo e Gás	-43545	47300	3440	2689	9884
4 Mineral ã metálico	-324808	5512	49106	10835	-259355
5 Siderurgia	277887	59062	-84718	142277	394509
6 Metalurg. ã ferrosos	-15120	32235	4889	18001	40006
7 Outros metalúrgicos	88788	16167	-33029	18766	90693
8 Máquinas e equip.	-15065	584	-14214	3389	-25305
9 Material elétrico	-700	78	-296	596	-322
10 Equip. Eletrônicos	-1847	-253	-308	58	-2350
11 Autom./cam./ônibus	-2693	48	-3675	635	-5684
12 Peças e out. veículos	-3746	-592	-63	4209	-192
13 Madeira e mobiliário	-20483	1531	-2066	2656	-18363
14 Celulose, papel e gráf.	249527	41368	-30842	34836	294889
15 Ind. da borracha	-14225	6932	-797	2531	-5559
16 Elementos químicos	208768	95486	-265387	64341	103207
17 Refino do petróleo	-69184	196726	25819	52263	205623
18 Químicos diversos	-32948	20320	-5499	5634	-12492
19 Farmac. e veterinária	-5328	431	3814	246	-837
20 Artigos plásticos	-4499	416	-412	498	-3997
21 Ind. Têxtil	-90384	19684	-50427	10897	-110230
22 Artigos do vestuário	-1494	0	-4441	-23	-5959
23 Fabricação calçados	-3997	-147	-3271	2038	-5378
24 Indústria do café	-111	-679	-3188	4388	410
25 Benef. prod. Vegetais	-6076	3772	-24260	3853	-22711
26 Abate de animais	-10046	1032	-5128	2756	-11386
27 Indústria de laticínios	733	-165	4271	-78	4761
28 Fabricação de açúcar	6028	-3273	9232	28816	40803
29 Fab. óleos vegetais	-15056	10851	-2366	11200	4629
30 Outros prod. aliment.	-13791	6814	-1880	2940	-5917
31 Indústrias diversas	-1857	303	244	460	-850
32 S.I.U.P.	-35209	3640	1428	3249	-26892
33 Construção civil	-48766	679	15021	-16617	-49682
34 Comércio	-2800	2428	8471	6336	14435
35 Transportes	-5979879	1042291	1699964	1302576	-1935048
36 Comunicações	-992	-66	846	67	-146
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	16262	-1397	-7266	466	8064
39 Serv. prest. à empresa	8456	-5121	1081	1879	6295
40 Aluguel de imóveis	109	-6	13	-1	114
41 Administração pública	141531	-922	497	10907	152013
42 Serv. priv. ã mercantis	313	0	31	-29	315
<b>TOTAL</b>	<b>-5854375</b>	<b>1584742</b>	<b>1238086</b>	<b>2013332</b>	<b>-1018216</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

1999-2000 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-322266	-19761	-124724	410765	-55986
2 Extrativa Mineral	6951	-89820	73763	117940	108835
3 Petróleo e Gás	-54429	35063	-2995	8011	-14350
4 Mineral ñ metálico	-91519	-11962	-88638	216895	24776
5 Siderurgia	224818	42463	-107929	178912	338264
6 Metalurg. ñ ferrosos	17011	-18001	-11518	27418	14910
7 Outros metalúrgicos	24874	-5757	36994	74089	130200
8 Máquinas e equip.	-20253	6199	6125	10661	2732
9 Material elétrico	-327	-1078	5178	5154	8928
10 Equip. Eletrônicos	-2291	50	-325	896	-1670
11 Autom./cam./ônibus	-3000	28	5490	2489	5007
12 Peças e out. veículos	-7314	-5565	9150	6523	2793
13 Madeira e mobiliário	-4812	-1249	3984	8810	6733
14 Celulose, papel e gráf.	98898	106395	-45651	76268	235911
15 Ind. da borracha	-3619	-3217	175	4297	-2364
16 Elementos químicos	15653	2441	45471	104483	168047
17 Refino do petróleo	-365768	219838	119	137832	-7979
18 Químicos diversos	-2335	-4148	4805	15035	13358
19 Farmac. e veterinária	-2842	-488	373	3350	393
20 Artigos plásticos	-3511	154	-742	1702	-2397
21 Ind. Têxtil	-5561	-45871	39857	32246	20671
22 Artigos do vestuário	-5557	2231	2524	599	-204
23 Fabricação calçados	-3189	-220	-149	1518	-2041
24 Indústria do café	2984	-2754	-8241	10062	2052
25 Benef. prod. Vegetais	10979	-4349	11635	11422	29687
26 Abate de animais	-13584	712	4626	11310	3064
27 Indústria de laticínios	-4844	799	8949	4720	9623
28 Fabricação de açúcar	-51179	14137	-148856	17456	-168442
29 Fab. óleos vegetais	40910	-23965	52560	22360	91865
30 Outros prod. aliment.	-932	-2663	10741	20666	27811
31 Indústrias diversas	-3107	1021	-809	1622	-1273
32 S.I.U.P.	15166	24214	-2371	18158	55167
33 Construção civil	-31115	812	-19543	47183	-2663
34 Comércio	-18275	3661	-9189	27003	3199
35 Transportes	-1757925	586828	-2771521	3338117	-604502
36 Comunicações	-1073	1485	1535	563	2509
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest. à família	6941	-1669	9855	8185	23312
39 Serv. prest. à empresa	-2076	1120	5407	4989	9440
40 Aluguel de imóveis	109	8	-36	48	129
41 Administração pública	-96665	-2734	560	20869	-77970
42 Serv. priv. ñ mercantis	-202	0	636	447	880
<b>TOTAL</b>	<b>-2414276</b>	<b>804388</b>	<b>-3002724</b>	<b>5011070</b>	<b>398458</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

2000-2001 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	153160	-23154	113577	59703	303286
2 Extrativa Mineral	160185	-11424	-237891	181006	91876
3 Petróleo e Gás	5765	-206	1690	3246	10496
4 Mineral ñ metálico	-22304	67047	-78478	90384	56648
5 Siderurgia	-54832	-114497	-104495	163313	-110511
6 Metalurg. ñ ferrosos	-40326	-1278	-2359	19223	-24739
7 Outros metalúrgicos	-145699	-2783	11253	37453	-99776
8 Máquinas e equip.	-7213	-1366	2416	4397	-1767
9 Material elétrico	-141	1162	3021	2315	6357
10 Equip. Eletrônicos	-283	-268	-612	567	-597
11 Autom./cam./ônibus	-1338	15	1045	1560	1282
12 Peças e out. veículos	-3464	908	-1215	6196	2425
13 Madeira e mobiliário	-14991	-537	-3756	5023	-14262
14 Celulose, papel e gráf.	-141604	-58432	4136	55715	-140186
15 Ind. da borracha	-5228	-102	-2348	1993	-5685
16 Elementos químicos	-79628	766	-42022	118225	-2659
17 Refino do petróleo	151983	52036	-128	75031	278922
18 Químicos diversos	-6594	-5821	-7682	5359	-14739
19 Farmac. e veterinária	-2234	-636	2296	973	400
20 Artigos plásticos	-1763	-1591	349	809	-2196
21 Ind. Têxtil	-59746	-6134	-1832	12945	-54767
22 Artigos do vestuário	-407	-61	-507	100	-875
23 Fabricação calçados	-2599	-193	-2810	1622	-3981
24 Indústria do café	17252	48	5835	-2392	20744
25 Benef. prod. Vegetais	-2895	3186	6626	7239	14156
26 Abate de animais	-7996	598	-17780	5085	-20093
27 Indústria de laticínios	1616	335	-2714	858	96
28 Fabricação de açúcar	-13393	-972	16896	10379	12910
29 Fab. óleos vegetais	-22541	6434	-36981	17567	-35521
30 Outros prod. aliment.	3383	1468	18102	8490	31444
31 Indústrias diversas	-1095	-216	928	729	346
32 S.I.U.P.	27571	20652	-4450	9453	53226
33 Construção civil	-28142	695	-8046	7188	-28306
34 Comércio	-16551	1518	1180	11002	-2852
35 Transportes	-1860087	58173	484687	1417672	100446
36 Comunicações	2305	194	1338	286	4123
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	31783	-631	1563	3447	36163
39 Serv. prest. à empresa	1556	403	-229	4321	6050
40 Aluguel de imóveis	272	-2	0	16	286
41 Administração pública	8499	-5728	-2118	14632	15285
42 Serv. priv. ñ mercantis	-993	0	34	96	-862
<b>TOTAL</b>	<b>-1978756</b>	<b>-20392</b>	<b>118515</b>	<b>2363225</b>	<b>482592</b>

Fonte: Dados da pesquisa.



2001-2002 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-407610	117319	87002	73791	-129498
2 Extrativa Mineral	195026	23284	-208113	154286	164483
3 Petróleo e Gás	-12426	1022	7755	3235	-414
4 Mineral ã metálico	-7214	124338	-30577	69820	156367
5 Siderurgia	407151	188251	-23840	153426	724988
6 Metalurg. ã ferrosos	-11770	8471	-18978	14933	-7345
7 Outros metalúrgicos	21352	41026	19638	29428	111445
8 Máquinas e equip.	13226	2990	6167	3944	26327
9 Material elétrico	14629	-3584	-43	2287	13289
10 Equip. Eletrônicos	1002	158	-665	493	988
11 Autom./cam./ônibus	6712	72	3246	1341	11371
12 Peças e out. veiculos	12357	3157	4562	5791	25867
13 Madeira e mobiliário	8815	-360	-4355	3832	7933
14 Celulose, papel e gráf.	25873	-74504	22912	43810	18091
15 Ind. da borracha	2121	2344	712	1672	6849
16 Elementos químicos	-76645	-5680	-19751	86905	-15171
17 Refino do petróleo	72701	87049	-41916	72801	190636
18 Químicos diversos	6897	6482	1221	5187	19787
19 Farmac. e veterinária	7390	-254	5137	686	12959
20 Artigos plásticos	1687	505	-257	609	2544
21 Ind. Têxtil	38106	-1843	-14911	10483	31835
22 Artigos do vestuário	1136	-57	240	37	1356
23 Fabricação calçados	753	-43	-1589	1132	254
24 Indústria do café	10645	-2010	-5117	-451	3067
25 Benef. prod. Vegetais	-23479	6789	-6565	4555	-18700
26 Abate de animais	-3344	-69	9497	3550	9635
27 Indústria de laticínios	-3290	-654	6263	363	2682
28 Fabricação de açúcar	5898	3031	-3538	9461	14851
29 Fab. óleos vegetais	-44971	21969	-4967	13179	-14790
30 Outros prod. aliment.	-21040	8446	30576	5194	23177
31 Indústrias diversas	2615	242	-314	646	3189
32 S.I.U.P.	-51481	583	2814	7200	-40885
33 Construção civil	73223	136	-5679	3462	71142
34 Comércio	69235	80	-21126	8788	56977
35 Transportes	-1116375	-806043	851822	1019978	-50617
36 Comunicações	369	-62	758	212	1277
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	27335	-3274	-635	2734	26161
39 Serv. prest. à empresa	13272	2561	-2794	4516	17555
40 Aluguel de imóveis	145	-12	5	6	145
41 Administração pública	-16915	-2993	-1472	32179	10799
42 Serv. priv. ã mercantis	1630	0	160	18	1808
<b>TOTAL</b>	<b>-755259</b>	<b>-251138</b>	<b>643288</b>	<b>1855523</b>	<b>1492415</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

2002-2003 (t de CO<sub>2</sub>)

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
1 Agropecuária	-200155	228028	110288	226914	365075
2 Extrativa Mineral	-147509	115218	13227	73222	54158
3 Petróleo e Gás	14101	8326	-2540	4385	24271
4 Mineral ñ metálico	-321352	86385	-4730	56631	-183066
5 Siderurgia	-306054	361304	-40682	102233	116800
6 Metalurg. ñ ferrosos	80887	3070	12693	11094	107743
7 Outros metalúrgicos	171708	95239	-34128	31997	264816
8 Máquinas e equip.	-46098	6159	5012	3435	-31492
9 Material elétrico	-11415	871	7563	2425	-556
10 Equip. Eletrônicos	-3030	118	1307	329	-1277
11 Autom./cam./ônibus	-13864	74	3384	1341	-9066
12 Peças e out. veículos	-16898	-1227	4327	4242	-9556
13 Madeira e mobiliário	-45758	1715	826	2812	-40404
14 Celulose, papel e gráf.	-107378	98622	-38091	34915	-11932
15 Ind. da borracha	-19498	2626	1137	1486	-14249
16 Elementos químicos	-184813	155039	53751	68774	92751
17 Refino do petróleo	261653	209813	-14002	84080	541545
18 Químicos diversos	-40297	9009	-654	6592	-25349
19 Farmac. e veterinária	-20465	285	446	1464	-18270
20 Artigos plásticos	-8212	50	-161	507	-7816
21 Ind. Têxtil	-89370	16305	4983	12845	-55237
22 Artigos do vestuário	-2964	-159	68	180	-2875
23 Fabricação calçados	-4545	24	40	552	-3929
24 Indústria do café	-16021	-999	32	9917	-7072
25 Benef. prod. Vegetais	-36519	1638	4050	4930	-25901
26 Abate de animais	-25397	2044	22410	4732	3789
27 Indústria de laticínios	-14514	1575	8080	2058	-2801
28 Fabricação de açúcar	-25014	6978	-1592	6836	-12792
29 Fab. óleos vegetais	-34473	5018	9298	10726	-9432
30 Outros prod. aliment.	-58022	3690	6077	9905	-38350
31 Indústrias diversas	-7943	1513	-1327	600	-7158
32 S.I.U.P.	47555	-11272	1726	9245	47253
33 Construção civil	-171833	2270	-15545	5264	-179844
34 Comércio	-120276	3504	-10191	10877	-116085
35 Transportes	-5162048	968466	762747	1323743	-2107092
36 Comunicações	-4985	-129	-986	325	-5775
37 Instituições financeiras	0	0	0	0	0
38 Serv. prest.à família	-9028	107	3866	5297	241
39 Serv. prest. à empresa	-20226	545	-1709	3207	-18182
40 Aluguel de imóveis	114	7	-27	31	126
41 Administração pública	-98581	-2113	-1561	14553	-87702
42 Serv. priv. ñ mercantis	-3246	0	-13	148	-3111
<b>TOTAL</b>	<b>-6821781</b>	<b>2379733</b>	<b>869397</b>	<b>2154848</b>	<b>-1417803</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO F – Consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub> – dados detalhados por setor e fonte de energia

Consumo de Energia por setor agregado no Brasil – 1990 a 2003 – em GJ e %

		Agropecuária	Extrativa	Mineral não Metálico	Siderurgia	Metalurgias	Celulose, Papel e Gráfica	Alimentos e Bebidas	Química e Refino	Indústria Têxtil	Outras Indústrias	S.I.U.P.	Construção Civil	Comércio	Transportes	Serviços	TOTAL
1990	GJ	161.031.603	63.062.611	105.940.888	102.545.572	113.126.238	53.660.625	75.137.960	224.920.077	43.839.300	90.732.299	40.847.575	33.585.005	42.467.739	1.377.792.203	142.941.803	2.671.631.497
	%	6,03	2,36	3,97	3,84	4,23	2,01	2,81	8,42	1,64	3,40	1,53	1,26	1,59	51,57	5,35	100
1991	GJ	168.632.085	56.220.465	112.108.553	103.843.625	120.928.248	60.087.981	78.452.212	207.194.186	42.540.040	85.578.063	44.118.666	36.066.245	48.945.127	1.441.286.783	138.605.602	2.744.607.879
	%	6,14	2,05	4,08	3,78	4,41	2,19	2,86	7,55	1,55	3,12	1,61	1,31	1,78	52,51	5,05	100
1992	GJ	173.501.716	62.013.192	104.420.531	112.849.698	128.053.126	67.783.003	83.964.477	216.869.100	42.415.775	82.141.346	47.138.766	32.122.437	52.344.035	1.444.909.588	144.334.020	2.794.860.813
	%	6,21	2,22	3,74	4,04	4,58	2,43	3,00	7,76	1,52	2,94	1,69	1,15	1,87	51,70	5,16	100
1993	GJ	190.515.995	70.121.123	101.447.001	124.723.271	132.011.680	67.878.841	87.233.070	223.041.836	45.234.199	93.019.637	42.333.121	34.847.461	52.433.281	1.503.188.844	151.413.896	2.919.443.256
	%	6,53	2,40	3,47	4,27	4,52	2,33	2,99	7,64	1,55	3,19	1,45	1,19	1,80	51,49	5,19	100
1994	GJ	200.921.137	77.390.530	108.921.293	131.344.263	127.665.530	70.105.089	88.739.994	229.903.052	42.501.942	108.048.676	38.416.479	33.623.374	52.772.354	1.578.644.485	174.359.243	3.063.357.443
	%	6,56	2,53	3,56	4,29	4,17	2,29	2,90	7,50	1,39	3,53	1,25	1,10	1,72	51,53	5,69	100
1995	GJ	216.003.653	78.285.370	119.029.769	130.554.320	135.191.741	53.660.625	96.570.782	232.705.246	41.447.020	117.251.217	38.283.516	32.392.079	62.530.543	1.728.593.472	184.726.639	3.267.225.990
	%	6,61	2,40	3,64	4,00	4,14	1,64	2,96	7,12	1,27	3,59	1,17	0,99	1,91	52,91	5,65	100
1996	GJ	226.525.806	79.548.978	142.852.378	148.157.953	147.655.921	84.712.780	107.265.859	258.905.997	42.518.309	122.034.371	38.028.159	30.930.664	73.052.951	1.872.828.094	179.760.338	3.554.778.557
	%	6,37	2,24	4,02	4,17	4,15	2,38	3,02	7,28	1,20	3,43	1,07	0,87	2,06	52,68	5,06	100
1997	GJ	237.424.913	82.458.173	152.907.833	157.310.651	141.683.384	83.826.594	104.258.376	293.631.217	39.091.623	134.804.408	42.485.115	38.470.909	79.225.117	1.960.393.445	197.461.146	3.745.432.904
	%	6,34	2,20	4,08	4,20	3,78	2,24	2,78	7,84	1,04	3,60	1,13	1,03	2,12	52,34	5,27	100
1998	GJ	231.356.393	101.770.957	159.608.791	157.328.167	147.302.425	75.711.777	110.758.109	268.969.010	41.447.020	135.544.353	40.482.427	38.790.411	83.465.332	2.042.751.801	215.268.088	3.850.555.061
	%	6,01	2,64	4,15	4,09	3,83	1,97	2,88	6,99	1,08	3,52	1,05	1,01	2,17	53,05	5,59	100
1999	GJ	243.147.886	88.358.653	158.054.190	174.016.617	152.646.386	95.580.863	114.396.332	280.702.462	38.958.665	128.144.929	44.361.053	37.364.694	85.515.162	2.005.087.266	233.431.262	3.879.766.422
	%	6,27	2,28	4,07	4,49	3,93	2,46	2,95	7,24	1,00	3,30	1,14	0,96	2,20	51,68	6,02	100
2000	GJ	237.790.888	96.155.710	164.793.018	190.012.106	164.746.183	98.597.824	114.951.834	296.589.411	43.685.660	139.222.488	46.436.408	38.229.765	88.454.228	1.981.473.764	247.718.651	3.948.857.938
	%	6,02	2,44	4,17	4,81	4,17	2,50	2,91	7,51	1,11	3,53	1,18	0,97	2,24	50,18	6,27	100
2001	GJ	254.815.109	95.126.902	164.404.634	179.974.704	151.320.391	95.393.466	114.120.414	296.013.995	41.383.286	135.578.793	51.017.799	37.219.853	82.705.170	1.999.000.319	239.857.461	3.937.932.297
	%	6,47	2,42	4,17	4,57	3,84	2,42	2,90	7,52	1,05	3,44	1,30	0,95	2,10	50,76	6,09	100
2002	GJ	251.694.828	99.350.430	161.869.033	207.021.373	170.664.219	103.524.908	122.735.144	313.897.396	43.531.286	146.116.417	51.243.496	41.204.535	82.723.232	2.056.615.680	252.015.246	4.104.207.223
	%	6,13	2,42	3,94	5,04	4,16	2,52	2,99	7,65	1,06	3,56	1,25	1,00	2,02	50,11	6,14	100
2003	GJ	257.755.325	106.412.689	148.038.883	202.240.448	190.084.288	101.331.321	121.149.236	325.864.275	41.411.533	142.027.976	55.989.705	32.403.644	77.001.105	1.978.901.197	262.818.913	4.043.430.539
	%	6,37	2,63	3,66	5,00	4,70	2,51	3,00	8,06	1,02	3,51	1,38	0,80	1,90	48,94	6,50	100

Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Emissões de CO<sub>2</sub> por setor agregado no Brasil – 1990 a 2003 – em toneladas e %

		Agropecuária	Extrativa	Mineral não Metálico	Siderurgia	Metalurgias	Celulose, Papel e Gráfica	Alimentos e Bebidas	Química e Refino	Indústria Têxtil	Outras Indústrias	S.I.U.P.	Construção Civil	Comércio	Transportes	Serviços	TOTAL
1990	t	2.741.414	838.370	1.931.466	632.327	448.829	528.284	757.182	3.379.737	431.319	522.331	390.119	533.477	265.147	25.730.924	391.013	39.521.940
	%	6,94	2,12	4,89	1,60	1,14	1,34	1,92	8,55	1,09	1,32	0,99	1,35	0,67	65,11	0,99	100
1991	t	2.846.226	700.287	2.094.218	641.646	424.285	600.304	798.351	2.974.621	412.849	467.448	477.970	567.184	286.554	26.914.614	332.794	40.539.351
	%	7,02	1,73	5,17	1,58	1,05	1,48	1,97	7,34	1,02	1,15	1,18	1,40	0,71	66,39	0,82	100
1992	t	2.928.145	810.023	1.868.439	685.546	603.507	720.777	878.977	3.141.596	406.210	479.880	507.819	509.583	292.014	27.016.038	341.391	41.189.946
	%	7,11	1,97	4,54	1,66	1,47	1,75	2,13	7,63	0,99	1,17	1,23	1,24	0,71	65,59	0,83	100
1993	t	3.234.968	977.761	1.940.630	910.273	635.937	671.007	897.528	3.203.790	432.376	580.876	333.997	558.867	254.716	28.099.546	365.808	43.098.080
	%	7,51	2,27	4,50	2,11	1,48	1,56	2,08	7,43	1,00	1,35	0,77	1,30	0,59	65,20	0,85	100
1994	t	3.416.415	1.097.892	1.920.361	1.074.137	536.145	707.398	907.378	3.311.238	361.403	701.177	285.273	550.167	262.474	29.466.320	655.943	45.253.720
	%	7,55	2,43	4,24	2,37	1,18	1,56	2,01	7,32	0,80	1,55	0,63	1,22	0,58	65,11	1,45	100
1995	t	3.662.761	1.121.134	2.247.534	1.078.750	687.654	528.284	1.014.708	3.356.445	359.443	793.554	263.066	533.384	274.589	32.302.179	680.610	48.904.093
	%	7,49	2,29	4,60	2,21	1,41	1,08	2,07	6,86	0,73	1,62	0,54	1,09	0,56	66,05	1,39	100
1996	t	3.823.875	1.202.612	2.567.231	1.412.135	967.399	981.616	1.148.672	3.791.428	393.593	815.467	219.976	508.415	297.662	35.031.824	510.820	53.672.725
	%	7,12	2,24	4,78	2,63	1,80	1,83	2,14	7,06	0,73	1,52	0,41	0,95	0,55	65,27	0,95	100
1997	t	3.973.258	1.204.844	2.992.006	1.712.095	892.625	915.672	1.050.054	4.375.222	337.878	853.321	282.026	615.835	305.737	36.751.795	591.077	56.853.446
	%	6,99	2,12	5,26	3,01	1,57	1,61	1,85	7,70	0,59	1,50	0,50	1,08	0,54	64,64	1,04	100
1998	t	3.792.217	1.505.643	3.092.879	1.897.368	988.499	809.644	1.123.508	3.834.466	359.443	857.074	247.344	622.736	327.968	38.369.767	656.689	58.485.246
	%	6,48	2,57	5,29	3,24	1,69	1,38	1,92	6,56	0,61	1,47	0,42	1,06	0,56	65,61	1,12	100
1999	t	3.952.029	1.326.552	2.970.717	2.264.135	1.137.105	1.066.191	1.135.532	3.948.233	306.414	710.453	217.273	573.400	343.002	37.667.139	829.331	58.447.506
	%	6,76	2,27	5,08	3,87	1,95	1,82	1,94	6,76	0,52	1,22	0,37	0,98	0,59	64,45	1,42	100
2000	t	3.832.000	1.451.878	3.017.812	2.487.669	1.270.566	1.076.864	1.119.683	4.026.643	342.807	750.029	273.537	570.310	342.879	37.399.183	792.504	58.754.363
	%	6,52	2,47	5,14	4,23	2,16	1,83	1,91	6,85	0,58	1,28	0,47	0,97	0,58	63,65	1,35	100
2001	t	4.206.347	1.438.607	2.990.012	2.401.425	1.185.797	1.007.575	1.111.316	4.029.507	312.943	700.324	307.779	541.596	336.205	37.820.719	852.971	59.243.121
	%	7,10	2,43	5,05	4,05	2,00	1,70	1,88	6,80	0,53	1,18	0,52	0,91	0,57	63,84	1,44	100
2002	t	4.104.849	1.496.948	2.884.444	2.814.436	1.242.829	1.075.983	1.100.191	4.177.089	334.981	814.157	270.447	613.174	386.368	38.797.210	912.512	61.025.619
	%	6,73	2,45	4,73	4,61	2,04	1,76	1,80	6,84	0,55	1,33	0,44	1,00	0,63	63,58	1,50	100
2003	t	4.127.455	1.578.183	2.587.017	2.559.714	1.523.579	952.062	1.005.029	4.313.033	279.799	619.950	325.762	432.273	258.513	37.272.734	797.113	58.632.215
	%	7,04	2,69	4,41	4,37	2,60	1,62	1,71	7,36	0,48	1,06	0,56	0,74	0,44	63,57	1,36	100

Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Consumo de Energia segundo fonte energética no Brasil – 1990 a 2003 – em GJ e %

		Gás Natural	Carvão Mineral	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gás Liquefeito de Petróleo	Querosene e Coque de Petróleo	Gasolina Automotiva	Álcool Etílico	Eletricidade	TOTAL
1990	Consumo (GJ)	91.876.265	32.394.962	877.532.678	400.309.313	21.836.204	82.962.457	245.140.100	608.233.715	311.345.803	2.671.631.497
	%	3,44	1,21	32,85	14,98	0,82	3,11	9,18	22,77	11,65	100,00
1991	Consumo (GJ)	90.503.891	41.694.520	909.191.634	374.329.142	21.214.935	87.264.822	255.562.341	627.448.266	337.398.329	2.744.607.879
	%	3,30	1,52	33,13	13,64	0,77	3,18	9,31	22,86	12,29	100,00
1992	Consumo (GJ)	99.513.449	31.563.922	928.216.904	400.602.684	23.926.904	82.208.309	250.068.744	642.843.697	335.916.200	2.794.860.813
	%	3,56	1,13	33,21	14,33	0,86	2,94	8,95	23,00	12,02	100,00
1993	Consumo (GJ)	113.153.190	33.240.148	958.446.256	430.059.833	17.551.558	85.642.666	260.774.629	667.367.276	353.207.700	2.919.443.256
	%	3,88	1,14	32,83	14,73	0,60	2,93	8,93	22,86	12,10	100,00
1994	Consumo (GJ)	114.969.577	38.828.337	997.538.436	440.600.714	20.545.648	88.415.696	278.147.075	697.674.028	386.637.933	3.063.357.443
	%	3,75	1,27	32,56	14,38	0,67	2,89	9,08	22,77	12,62	100,00
1995	Consumo (GJ)	127.400.361	44.014.753	1.076.773.095	445.390.678	24.081.771	103.947.234	287.615.279	717.102.886	462.951.085	3.289.277.141
	%	3,87	1,34	32,74	13,54	0,73	3,16	8,74	21,80	14,07	100,00
1996	Consumo (GJ)	155.074.251	65.429.412	1.098.951.404	504.375.083	27.540.460	111.052.555	299.425.404	750.899.112	542.030.876	3.554.778.557
	%	4,36	1,84	30,91	14,19	0,77	3,12	8,42	21,12	15,25	100,00
1997	Consumo (GJ)	172.704.008	77.108.631	1.156.238.617	514.997.362	37.348.684	125.716.116	289.304.083	779.328.668	592.686.736	3.745.432.904
	%	4,61	2,06	30,87	13,75	1,00	3,36	7,72	20,81	15,82	100,00
1998	Consumo (GJ)	176.853.350	79.323.818	1.197.249.447	495.941.598	44.293.172	155.116.271	283.977.293	799.309.042	618.491.069	3.850.555.061
	%	4,59	2,06	31,09	12,88	1,15	4,03	7,37	20,76	16,06	100,00
1999	Consumo (GJ)	201.936.187	94.424.587	1.220.471.816	441.023.109	52.840.284	181.614.464	284.631.267	826.302.598	576.522.109	3.879.766.422
	%	5,20	2,43	31,46	11,37	1,36	4,68	7,34	21,30	14,86	100,00
2000	Consumo (GJ)	263.099.240	105.353.205	1.238.456.565	397.258.070	60.354.447	208.806.719	243.679.126	876.625.548	555.225.017	3.948.857.938
	%	6,66	2,67	31,36	10,06	1,53	5,29	6,17	22,20	14,06	100,00
2001	Consumo (GJ)	311.018.213	102.588.302	1.284.859.963	354.055.151	56.105.109	227.280.850	225.144.609	832.818.168	544.061.932	3.937.932.297
	%	7,90	2,61	32,63	8,99	1,42	5,77	5,72	21,15	13,82	100,00
2002	Consumo (GJ)	385.453.847	116.369.402	1.321.954.015	344.458.964	51.964.322	219.062.641	254.761.358	889.932.515	520.250.160	4.104.207.223
	%	9,39	2,84	32,21	8,39	1,27	5,34	6,21	21,68	12,68	100,00
2003	Consumo (GJ)	419.972.509	111.245.861	1.292.319.698	301.296.196	51.504.234	164.595.400	242.504.615	942.738.475	517.253.550	4.043.430.539
	%	10,39	2,75	31,96	7,45	1,27	4,07	6,00	23,32	12,79	100,00

Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Emissões de CO<sub>2</sub> segundo fonte energética no Brasil – 1990 a 2003 – em tonelada e %

		Gás Natural	Carvão Mineral	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gás Liquefeito de Petróleo	Querosene e Coque de Petróleo	Gasolina Automotiva	Álcool Etílico	Eletricidade	TOTAL
<b>1990</b>	<b>Emissões (t)</b>	1.398.678	819.074	17.548.899	8.362.061	371.827	1.601.590	5.825.591	3.594.220	-	39.521.940
	<b>%</b>	<i>3,54</i>	<i>2,07</i>	<i>44,40</i>	<i>21,16</i>	<i>0,94</i>	<i>4,05</i>	<i>14,74</i>	<i>9,09</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1991</b>	<b>Emissões (t)</b>	1.377.786	1.054.204	18.182.014	7.819.361	361.248	1.684.647	6.313.060	3.747.029	-	40.539.351
	<b>%</b>	<i>3,40</i>	<i>2,60</i>	<i>44,85</i>	<i>19,29</i>	<i>0,89</i>	<i>4,16</i>	<i>15,57</i>	<i>9,24</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1992</b>	<b>Emissões (t)</b>	1.514.943	798.062	18.562.482	8.368.189	407.427	1.587.031	6.285.328	3.666.483	-	41.189.946
	<b>%</b>	<i>3,68</i>	<i>1,94</i>	<i>45,07</i>	<i>20,32</i>	<i>0,99</i>	<i>3,85</i>	<i>15,26</i>	<i>8,90</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1993</b>	<b>Emissões (t)</b>	2.002.398	295.705	19.379.658	8.298.733	233.718	1.657.983	6.608.869	3.823.452	-	42.300.515
	<b>%</b>	<i>4,73</i>	<i>0,70</i>	<i>45,81</i>	<i>19,62</i>	<i>0,55</i>	<i>3,92</i>	<i>15,62</i>	<i>9,04</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1994</b>	<b>Emissões (t)</b>	1.750.239	981.736	19.948.774	9.203.708	349.851	1.706.865	7.234.382	4.078.165	-	45.253.720
	<b>%</b>	<i>3,87</i>	<i>2,17</i>	<i>44,08</i>	<i>20,34</i>	<i>0,77</i>	<i>3,77</i>	<i>15,99</i>	<i>9,01</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1995</b>	<b>Emissões (t)</b>	1.939.479	1.112.869	21.533.308	9.303.766	410.064	2.006.701	8.662.278	4.216.986	-	49.185.453
	<b>%</b>	<i>3,94</i>	<i>2,26</i>	<i>43,78</i>	<i>18,92</i>	<i>0,83</i>	<i>4,08</i>	<i>17,61</i>	<i>8,57</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1996</b>	<b>Emissões (t)</b>	2.360.773	1.654.317	21.976.830	10.535.891	468.959	2.143.870	10.141.940	4.390.145	-	53.672.725
	<b>%</b>	<i>4,40</i>	<i>3,08</i>	<i>40,95</i>	<i>19,63</i>	<i>0,87</i>	<i>3,99</i>	<i>18,90</i>	<i>8,18</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1997</b>	<b>Emissões (t)</b>	2.629.159	1.949.615	23.122.460	10.757.780	635.973	2.426.950	11.089.762	4.241.748	-	56.853.446
	<b>%</b>	<i>4,62</i>	<i>3,43</i>	<i>40,67</i>	<i>18,92</i>	<i>1,12</i>	<i>4,27</i>	<i>19,51</i>	<i>7,46</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1998</b>	<b>Emissões (t)</b>	2.692.327	2.005.623	23.942.594	10.359.724	754.224	2.994.520	11.572.586	4.163.647	-	58.485.246
	<b>%</b>	<i>4,60</i>	<i>3,43</i>	<i>40,94</i>	<i>17,71</i>	<i>1,29</i>	<i>5,12</i>	<i>19,79</i>	<i>7,12</i>	-	<i>100,00</i>
<b>1999</b>	<b>Emissões (t)</b>	3.074.176	2.387.431	24.406.995	9.212.532	899.764	3.506.067	10.787.305	4.173.235	-	58.447.506
	<b>%</b>	<i>5,26</i>	<i>4,08</i>	<i>41,76</i>	<i>15,76</i>	<i>1,54</i>	<i>6,00</i>	<i>18,46</i>	<i>7,14</i>	-	<i>100,00</i>
<b>2000</b>	<b>Emissões (t)</b>	4.005.291	2.663.750	24.766.654	8.298.324	1.027.716	4.031.014	10.388.815	3.572.799	-	58.754.363
	<b>%</b>	<i>6,82</i>	<i>4,53</i>	<i>42,15</i>	<i>14,12</i>	<i>1,75</i>	<i>6,86</i>	<i>17,68</i>	<i>6,08</i>	-	<i>100,00</i>
<b>2001</b>	<b>Emissões (t)</b>	4.734.786	2.593.843	25.694.630	7.395.858	955.358	4.387.657	10.179.943	3.301.048	-	59.243.121
	<b>%</b>	<i>7,99</i>	<i>4,38</i>	<i>43,37</i>	<i>12,48</i>	<i>1,61</i>	<i>7,41</i>	<i>17,18</i>	<i>5,57</i>	-	<i>100,00</i>
<b>2002</b>	<b>Emissões (t)</b>	5.867.957	2.942.284	26.436.436	7.195.403	884.848	4.229.004	9.734.401	3.735.286	-	61.025.619
	<b>%</b>	<i>9,62</i>	<i>4,82</i>	<i>43,32</i>	<i>11,79</i>	<i>1,45</i>	<i>6,93</i>	<i>15,95</i>	<i>6,12</i>	-	<i>100,00</i>
<b>2003</b>	<b>Emissões (t)</b>	6.393.451	2.812.740	25.843.809	6.293.776	877.014	3.177.514	9.678.331	3.555.578	-	58.632.215
	<b>%</b>	<i>10,90</i>	<i>4,80</i>	<i>44,08</i>	<i>10,73</i>	<i>1,50</i>	<i>5,42</i>	<i>16,51</i>	<i>6,06</i>	-	<i>100,00</i>

Fonte: Elaborado a partir de MME (2004).

Decomposição Estrutural das emissões de CO<sub>2</sub> por setor no Brasil entre 1990 e 2003 – em toneladas

	$\Delta N$	$\Delta S$	$\Delta Y_s$	$\Delta Y_v$	$\Delta c$
Agropecuária	-321.064	308.208	26.605.789	-25.135.962	1.456.971
Extrativa	513.319	-72.398	-1.611.066	2.032.934	862.789
Mineral não Metálico	308.236	-427.848	860.809	-592.098	149.099
Siderurgia	1.645.268	85.877	-2.674.845	3.057.295	2.113.595
Metalurgias	687.545	-120.342	-2.627.214	3.024.590	964.579
Celulose, Papel e Gráfica	274.726	-12.339	-56.271	303.507	509.623
Alimentos e Bebidas	-60.195	22.438	160.543	184.778	307.565
Química e Refino	561.447	776.950	-10.811.129	11.473.667	2.000.934
Indústria Têxtil	-363.847	-166.665	-1.235.079	1.337.284	-428.306
Outras Indústrias	-102.860	-105.705	-2.043.162	2.320.892	69.166
S.I.U.P.	-210.263	42.260	-329.606	468.899	-28.710
Construção Civil	-59.026	-15.256	-61.573	33.354	-102.501
Comércio	-132.785	7.703	-399.753	494.460	-30.374
Transportes	-10.392.329	-2.265.445	-14.362.573	31.683.992	4.663.646
Serviços	189.607	-7.492	-1.348	218.731	399.498
<b>TOTAL</b>	<b>-7.462.220</b>	<b>-1.950.053</b>	<b>-8.586.477</b>	<b>30.906.324</b>	<b>12.907.573</b>

Fonte: Dados da Pesquisa.