

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

KLEBER DEFENTI BERNARDINO

RELAÇÃO ENTRE CLASSES DE RENDA E EMISSÃO
DE CO₂ NO BRASIL

MARINGÁ
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

KLEBER DEFENTI BERNARDINO

RELAÇÃO ENTRE CLASSES DE RENDA E EMISSÃO
DE CO₂ NO BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de Concentração: Teoria Econômica

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes

MARINGÁ

2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B523r Bernardino, Kleber Defenti
Relação entre classes de renda e emissão de CO2
no Brasil. / Kleber Defendi Bernardino. -- Maringá,
2009.
120 f. : il. color.

Orientador : Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Programa de pós-graduação em Ciências
Econômicas, área de concentração: Teoria Econômica,
2009.

1. Macroeconomia - Insumo-produto - Meio
ambiente. 2. Macroeconomia - Economia regional. 3.
Macroeconomia - Classes de renda. 4. Macroeconomia -
Eficiência energética - Eficiência de carbono. I.
Universidade Estadual de Maringá, Programa de pós-
graduação em Ciências Econômicas. II. Título.

CDD 21.ed.339.23

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

RELAÇÃO ENTRE CLASSES DE RENDA E EMISSÃO
DE CO₂ NO BRASIL

KLEBER DEFENTI BERNARDINO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
MARINGÁ, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM TEORIA ECONÔMICA.

Aprovado em 28 de Agosto de 2009.

Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes
Orientador – Presidente da Banca Examinadora
Universidade Estadual de Maringá – Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas

Prof. Dr. José Luiz Parré
Membro Interno da Banca Examinadora
Universidade Estadual de Maringá – Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas

Prof. Dra. Rossana Lott Rodrigues
Membro Externo da Banca Examinadora
Universidade Estadual de Londrina – Programa de Pós-graduação em Economia Regional

MARINGÁ
2009

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por guiar meu caminho e animar meu coração nos momentos obscuros.

A minha esposa, Mychelle, pelo apoio constante e incansável e, sobretudo, por entender e perdoar os momentos de ausência quando me dedicava aos estudos.

Aos meus pais, Biaggio e Dora, pelo carinho e dedicação a mim devotados ao longo de minha vida, sendo responsáveis pela minha formação e caráter. Agradeço ainda pelo apoio fundamental também nessa fase de estudos. Também agradeço a minha irmã, Katia, pelas palavras de ânimo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da UEM, a todos os professores, pela oportunidade de enriquecer minha formação acadêmica através do curso de mestrado. Em especial ao Prof. Dr. Natalino Henrique Medeiros pelo incentivo e apoio desde antes do meu ingresso no programa.

Ao Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes, meu orientador, por sua paciência, por suas dicas e sugestões sempre visando à concretização e sucesso desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Josmar Mazucheli, pela colaboração na manipulação dos dados, sempre acessível e disposto a tirar dúvidas.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, professores: Dra. Rossana Lott Rodrigues; Dr. Jose Luiz Parré e Dra. Marcia Istake que muito contribuíram para o aprimoramento desse trabalho.

Aos colegas que fiz durante o curso, em especial ao Aulo Pércio, João Gabriel, Fabio Giannini, Juliano Galle e Karen Couto pelo companheirismo ao longo do curso, bem como pelas construtivas contribuições de cada um através de nossas discussões. Também agradeço a meu amigo e padrinho, Emerson Vitor Castelani, pela preocupação e acompanhamento constantes.

À Denise, por estar sempre pronta a tirar dúvidas e pelas suas palavras de incentivo.

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

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Não há nada melhor para o homem que comer, beber e gozar o bem-estar no seu trabalho. Mas eu notei que também isso vem da mão de Deus”.

Eclesiastes 2.24

BERNARDINO, K. D. **Relação entre classes de renda e emissão de CO₂ no Brasil**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram verificar e avaliar o panorama energético e o nível de emissões de CO_{2-eq} por classe de renda no Brasil, bem como as mudanças e contribuições da matriz energética brasileira associadas a tais emissões entre 1996 e 2003, considerando, na demanda final, o consumo das famílias, separado em três classes de renda, procurando relacionar o nível de emissões de CO_{2-eq} em cada classe de renda com a eficiência e o consumo energético correspondentes. Para isso, estimam-se os níveis de emissões de CO_{2-eq} das classes de renda através da construção da Matriz de Insumo-Produto e faz-se a conciliação dos dados energéticos do Balanço Energético Nacional com os dados econômicos. Os resultados mostram que a eficiência de carbono setorial apresenta tendência de melhora em quase todos os setores. Isso se deve ao fato de no Brasil se utilizar cada vez mais de fontes energéticas menos poluentes e, conseqüentemente, com menores índices de eficiência de CO_{2-eq}. Ao se avaliar a eficiência de carbono das classes, verificou-se que, mesmo com a melhora dos índices de eficiência de carbono setoriais e dos índices de carbono das classes, existe a tendência de que classes de menor renda apresentem nível de exigência de emissões de carbono maior, tendo, assim, maior volume de emissões de carbono por real gasto do que em classes de renda superior.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa. CO_{2-eq}. Classes de renda.

BERNARDINO, K. D. **Relationship between income classes and CO₂ emissions in Brazil**. 2009. 120 f. Thesis (Master of Economic Science)–State University of Maringá, Maringá, 2009.

ABSTRACT

The objectives of this study were to verify and evaluate the overall level of energy and CO_{2-eq} emissions by class of income in Brazil, as well as changes and contributions of the brazilian energy matrix associated with these emissions between 1996 and 2003, considering the final demand of families' consumption in three classes of income separate, seeking to relate the level of CO_{2-eq} emissions in each class of income with the corresponding efficiency and energy consumption. So are estimated the levels of CO_{2-eq} emissions of the classes of income through the construction of the Matrix Input-Output and make the conciliation of energy data from National Energy Balance with economic data. The results show that the efficiency of carbon sector presents trend of improvement in almost all sectors. This is because Brazil has used increasingly to cleaner energy sources and consequently with lower levels of efficiency of CO_{2-eq}. When assessing the efficiency of carbon class, it was found that even with the improvement in rates of carbon efficiency and sectoral rates of carbon in classes is a trend that the lower income classes have a level of demand for carbon emissions higher, thus a greater volume of carbon emissions for real spending than higher-income classes.

Key words: Greenhouse effect. CO_{2-eq}. Income classes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Volume de CO ₂ , mundialmente emitido, 1958 - 2007	16
Figura 2 – Oferta Interna de Energia, média mundial e brasileira, 2006 - 2007	18
Figura 3 – Evolução do consumo energético brasileiro, 1970 - 2003.....	20
Figura 4 – Oferta interna de energéticos, Brasil, 1970 - 2007.....	22
Figura 5 – Evolução das emissões de CO ₂ , Brasil, 1970 - 2007.....	23
Figura 6 – Evolução do PIB brasileiro	24
Figura 7 – Oferta interna de energéticos/PIB, Brasil, 1970 - 2007.....	24
Figura 8 – Intensidade Energética (à esquerda), Intensidade de Carbono (à direita), Brasil, 1970 - 2007	25
Figura 9 – Crescimento Populacional (à esquerda), Taxa de Crescimento médio (à direita), Brasil, 1970 - 2003	27
Figura 10 – Proporção de pessoas por classe, Brasil, 1996 e 2003	30
Figura 11 – Evolução do número de habitantes, Brasil, 1996 e 2003.....	30
Figura 12 – Proporção dos rendimentos por classe de renda, Brasil, 1996 e 2003	31
Figura 13 – Ralações básicas da Matriz Insumo-Produto	46
Figura 14 – Fluxograma concebido com base no modelo apresentado por Porsse (2002, p. 10).....	49
Figura 15 – Forma de apresentação da Matriz de Produção.....	51
Figura 16 – Forma de apresentação da Matriz de Uso.....	51
Figura 17 – Emissões de CO _{2-eq} por componente da demanda final em valores absolutos (à esquerda) e proporção ao total de emissões (à direita), Brasil, 1996 e 2003.....	72
Figura 18 – Gráfico de dispersão: Eficiência x Emissões de CO _{2-eq} , Brasil, 1996 (à esquerda) e 2003 (à direita).....	79
Figura 19 – Setores que mais recebem a alocação da renda das famílias, Brasil, em 1996 (à esquerda) e em 2003 (à direita)	85
Figura 20 – Eficiência de carbono das classes (Kg/1000 R\$2003)	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxas de crescimento médio anual e total da OIE, das emissões de CO ₂ , do PIB e do PIB <i>per capita</i> , Brasil, 1970 - 2007	25
Tabela 2 – Renda <i>per capita</i> de acordo com a classe de rendimento, Brasil, 1996 e 2003	32
Tabela 3 – Classes de rendimento familiar, Brasil, 2003	54
Tabela 4 – Agregação e desagregação dos setores do BEN e da MIP	66
Tabela 5 – Classificação das fontes energéticas segundo o BEN aos setores da MIP	67
Tabela 6 – Fatores de conversão de consumo de energia em TJ para emissão de CO ₂ em toneladas.....	69
Tabela 7 – Eficiência de carbono do Brasil, 1996 e 2003	71
Tabela 8 – Total de emissões setoriais de CO _{2-eq} para o Brasil por setor, 1996 e 2003 ...	74
Tabela 9 – Índice de eficiência setorial de carbono (Kg/1000 R\$ ₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003	76
Tabela 10 – Proporção dos gastos das classes com relação a seus respectivos gastos totais, Brasil, 1996 e 2003	84
Tabela 11 – Proporção dos gastos das classes de acordo com o volume de emissões de CO _{2-eq} , Brasil, 1996 e 2003	86
Tabela 12 – Índices de eficiência de carbono das classes por setor (Kg/1000 R\$ ₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003.....	89
Tabela 13 – Eficiência de carbono das classes por grupo (Kg/1000 R\$ ₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEN	–	Balanço Energético Nacional
CDM	–	Clean Development Mechanism
CO ₂ -eq	–	Equivalência de Dióxido de Carbono
COP	–	Conference of the Parties
ET	–	Emission Trading
GEE	–	Gases de Efeito Estufa
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	–	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	–	Joint Implementation
MAEG	–	Modelo Aplicado de Equilíbrio Geral
MCT	–	Ministério de Ciências e Tecnologia
MIP	–	Matriz Insumo-Produto
MME	–	Ministério de Minas e Energia
OIE	–	Oferta Interna de Energia
ONU	–	Organizações das Nações Unidas
PIB	–	Produto Interno Bruto
PNAD	–	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
POF	–	Pesquisa de Orçamento Familiar
Proálcool	–	Programa Nacional do Alcool
SAMEA	–	Social Accounting Matrix and Environmental Accounts
SEEA	–	System Environmental and Economic Accounting
SCN	–	Sistema de Contas Nacional
SIUP	–	Serviços Industriais de Utilidade Pública
UNEP	–	United Nations Environment Programme
WMO	–	World Meteorological Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 EMISSÕES DE CO ₂ NO MUNDO.....	14
2.1 EMISSÕES DE CO ₂ NO BRASIL.....	17
2.1.1 Estrutura energética e econômica	20
2.1.2 Distribuição de renda e alguns resultados	28
3 PESQUISAS E TÉCNICAS EM ESTUDOS AMBIENTAIS.....	33
3.1 MODELO APLICADO DE EQUILÍBRIO GERAL.....	33
3.2 MÉTODOS ECONOMETRÍCOS.....	34
3.3 MÉTODOS MISTOS.....	36
3.4 INSUMO-PRODUTO.....	38
4 METODOLOGIA.....	43
4.1 A TEORIA DE INSUMO-PRODUTO.....	43
4.1.1 O Modelo Aberto de Leontief	45
4.1.2 O Modelo Fechado em relação às famílias	49
4.1.3 Matriz Insumo-Produto – MIP	50
4.1.4 O Modelo Fechado desagregado em três níveis de renda	53
4.2 CONCILIAÇÃO DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO COM DADOS ENERGÉTICOS.....	58
4.3 TRATAMENTO E PREPARAÇÃO DOS DADOS.....	65
4.3.1 Deflacionamento dos dados	69
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
5.1 EMISSÕES de CO _{2-eq}	71
5.2 EFICIÊNCIA DE CARBONO SETORIAL.....	76
5.2.1 Eficiência x Emissões de CO_{2-eq}	79
5.3 FAMÍLIAS 83	
5.3.1 Padrão de consumo das famílias	83
5.3.2 Índice de eficiência de carbono das famílias	89
6 CONCLUSÕES.....	94
REFERÊNCIAS.....	98
ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

Os objetivos deste estudo foram verificar e analisar o nível de emissões de CO₂ no Brasil, bem como as mudanças e contribuições para matriz energética brasileira associadas a tais emissões em 1996 e 2003¹, diferenciando, na demanda final, o consumo das famílias em três classes de renda (Classe Baixa, Classe Média e Classe Alta) e procurando relacionar o nível de emissões de CO₂ em cada classe de renda com a eficiência e o consumo energético correspondentes.

Atualmente, estudar questões relacionadas à poluição torna-se cada dia mais importante, dadas alterações no clima e distúrbios ecológicos que vêm se acentuando nas últimas décadas em razão do aumento da temperatura da Terra (Efeito Estufa). Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), isso ocorre, em parte, pelo aumento da poluição da Terra pela atividade humana (BRASIL, 1999a).

Sem dúvida, as ações decorrentes das atividades econômicas têm provocado alterações no meio ambiente, pois o ser humano vem interferindo na natureza durante toda sua história. Contudo, essa intervenção vem se acentuando desde o século XVIII, quando o avanço e as modificações na forma de produção tomaram novo rumo com a Revolução Industrial, tornando a produção muito mais rápida e eficaz. Juntamente com o rápido aumento da produção, além de benefícios, como a melhora na renda de forma geral, aumentou-se o volume de detritos depositados no meio-ambiente, tanto pelas indústrias como pelo consumo pessoal (COHEN, 2005).

Entretanto, nos últimos anos, detritos como papel, plástico, embalagens de vários tipos e o lixo industrial, de forma geral, têm aumentado excessivamente, evidenciando a dificuldade da sociedade moderna em tratar, de forma adequada, o lixo gerado, bem como o aumento das emissões de CO₂ a partir desse processo produtivo. Os sinais de esgotamento da natureza, além do aumento da temperatura da Terra, têm sido observados através de catástrofes ambientais em todo o Planeta, tais como: derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar, chuvas e secas em lugares que nunca haviam registrado esses fenômenos, entre outros. Todas essas mudanças têm provocado prejuízos ambientais, sociais e econômicos que despertaram o interesse internacional para o assunto (BRASIL, 1999a).

¹Apesar de a análise do estudo ser voltada para os anos de 1996 e 2003, dada a limitação da base principal de dados (que será detalhada nas seções seguintes), as observações dos dados energéticos disponíveis possibilitam observar a evolução da matriz energética a partir de 1970 até 2007, facilitando o entendimento da atual estrutura energética e, conseqüentemente, a estrutura de emissões de CO₂.

Sendo assim, esse interesse foi concretizado com a criação de órgãos como o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) com a finalidade de fornecer informações científicas para o entendimento das mudanças climáticas. Uma das conclusões desse órgão é que o efeito estufa tem sido agravado pela emissão de gases poluentes como o Dióxido de Carbono (CO₂), gerado principalmente pela queima de combustíveis fósseis, mas é necessário frisar que as queimadas e os desmatamentos provocam a liberação do carbono fixo nas plantas na forma de CO₂. Sendo assim, têm-se duas formas principais de emissão de CO₂, a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento (BRASIL, 1999a).

Em nível mundial, a queima de combustíveis fósseis se apresenta como o principal fator gerador de CO₂. O Brasil, com sua matriz energética, comparativamente “limpa”, é destaque, pois cerca de 50% de sua energia é gerada a partir de fontes energéticas renováveis e pouco poluentes como, por exemplo, a Energia Hidráulica, Eletricidade (majoritariamente gerada a partir de usinas hidrelétricas – aproximadamente 80%) e produtos da cana-de-açúcar (que consomem todo o CO₂ emitido em seu processo de produção), enquanto no resto do mundo as fontes energéticas renováveis representam apenas cerca de 13% (BRASIL, 1999a).

Por outro lado, ao incluir as emissões de CO₂ geradas a partir das queimadas e desmatamentos, o Brasil passa a figurar entre os seis primeiros emissores mundiais, pois estima-se que haja entre 10.000 a 25.000 toneladas de carbono para cada quilômetro quadrado de floresta tropical, sendo que, com as queimadas, cerca de 60% desse carbono é transformado em CO₂ (ROCHA, 2003). Dada a extensão das florestas brasileiras e a evolução e rapidez com que vêm ocorrendo os desmatamentos, é fácil perceber porque o Brasil passa para a sexta posição no ranque de emissores de CO₂ no mundo (WACHSMANN, 2005).

Sendo assim, tanto as emissões geradas a partir da queima de combustíveis fósseis quanto às queimadas no meio ambiente têm relação estreita com o crescimento econômico, pois, com o aumento do consumo e o surgimento de novas tecnologias, aumenta-se, também, o número de indústrias, o que significa maior necessidade de energia para alavancar o crescimento industrial e, conseqüentemente, maior volume de resíduos gerados e depositados na natureza, levando a uma maior emissão de gases poluentes.

No entanto, o aumento da poluição e emissões de gases poluentes não pode ser simplesmente atrelado ao crescimento econômico ou à renda bruta de uma economia, mas deve-se levar em consideração como esse crescimento é distribuído, ou seja, como cada classe de renda se relaciona à estrutura de uma economia, desencadeando as emissões no processo produtivo para atender suas respectivas demandas. Classes de renda mais alta podem indicar padrões de consumo ambientalmente mais limpos, pois, segundo Motta (2002, p.1),

considerando que se, por um lado, a pressão de degradação dos ricos é certamente maior pelos seus níveis de consumo mais elevados, eles tendem a consumir uma parcela menor de sua renda, reduzindo, assim, sua pressão de degradação.

Portanto, o conhecimento das emissões de CO₂ por faixa de renda é um passo importante para se avaliar os impactos ambientais do consumo. A literatura acadêmica tem provido vários estudos sobre emissões de gases poluentes e poluição ambiental de forma geral mas, na maioria dos casos, os trabalhos avaliam os ramos de produção e não como os níveis de renda agem na estrutura econômica afetando o meio ambiente. Sendo assim, diferenciar os níveis de renda para verificar qual faixa de renda contribui com maior intensidade para a emissão de gases de efeito estufa por unidade monetária gasta pode se tornar um marco em busca de políticas mais eficazes, que priorizem ações voltadas a setores e faixas da população que mais demandem produtos e insumos ineficazes na emissão de CO₂ em seu processo produtivo, ou seja, produtos e insumos que, durante a sua produção, ou captação, não minimizam os impactos ambientais para obter retorno econômico.

Adota-se como ferramental básico de análise o Modelo Insumo-Produto que, através de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como dados do Balanço Energético Nacional (BEN), é capaz de diferenciar e mensurar qual o consumo energético e, conseqüentemente, qual a quantidade de poluentes (especificamente, nesse trabalho, o CO₂) são emitidos na atmosfera de acordo com os requerimentos energéticos de cada setor agregado da economia de acordo com a classe de renda.

Tudo isso, tomando como hipótese que classes de renda mais baixa causam maior impacto ambiental, na emissão de CO₂, por unidade monetária gasta na demanda de bens e serviços, e buscando, além de verificar a hipótese, responder a questões como:

- Quais os coeficientes de emissão de CO₂ de cada setor agregado da economia de acordo com a classe de renda?
- Quais as emissões totais de CO₂ por setor de acordo com a classe de renda?
- O volume da população atrelado a cada classe de renda, de acordo com o seu padrão de consumo, é um fator importante de diferenciação dos coeficientes de emissão de CO₂?

A justificativa da hipótese repousa no fato de que famílias de classe de renda mais baixa têm limites orçamentários próprios, o que não permite que elas façam escolhas ambientalmente mais saudáveis que visem à preservação ambiental e ao crescimento econômico sustentável.

Após a Introdução, o Capítulo 2 aborda o surgimento do problema objeto desse estudo, em nível internacional e nacional, que levou à reflexão sobre as emissões de CO₂,

além de demonstrar a importância de se compreender a tendência brasileira no que se refere ao consumo de energia e emissões de CO₂. Na sequência, o Capítulo 3 apresenta alguns trabalhos, bem como as técnicas de insumo-produto utilizadas em estudos ambientais com breve descrição dos resultados.

No Capítulo 4, busca-se fundamentar esse estudo, apresentando-se o Modelo de Insumo-Produto utilizado, a fonte dos dados e os procedimentos adotados na preparação das informações a serem usadas.

No Capítulo 5 são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa e, finalmente, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões do estudo, mediante a avaliação dos resultados expostos no capítulo anterior, bem como sugestões de aprofundamento para estudos futuros.

2 EMISSÕES DE CO₂ NO MUNDO

As mudanças tecnológicas que ocorreram no período inicial da Revolução Industrial na Inglaterra, a partir do século XVIII, como a invenção da máquina a vapor, espalharam-se pelo mundo, tornando-se mais evidentes no fim do século XIX e início do século XX. Sua principal característica foi o aumento extraordinário da produção através da substituição do trabalho manual por máquinas, levando a avanços econômicos nunca antes vistos na humanidade, tais como o aumento da renda e do acesso a bens (COHEN, 2005). No entanto, o crescente acesso a bens de consumo tornou-se um problema, pois o volume de lixo e das emissões de gases poluentes também cresceram de forma espantosa, tanto no que diz respeito a resíduos domésticos, quanto aos resíduos gerados no processo produtivo para atender a demanda. Por isso, a relação intrínseca entre as interações humanas e a natureza gera discussão no meio acadêmico e, de forma geral, em toda a sociedade, principalmente no que se refere a compatibilizar o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente – Eficiência Ambiental (MORILLA, 2005a).

Segundo informações do MCT, nos últimos 70 anos, registrou-se aumento de 0,6°C na temperatura média da superfície do globo terrestre, sendo também observados indícios da ocorrência de temperaturas médias regionais mais elevadas, bem como o aumento na sua amplitude, indicando desequilíbrio ambiental (BRASIL, 1999a). Em vista de tais observações, já a partir da década de 1980, vários países manifestaram maior preocupação com os efeitos decorrentes desse aquecimento global, entre eles o Brasil (MARENGO, 2003).

Contudo, não há um consenso no meio acadêmico sobre as causas desse aquecimento, mas a maioria dos trabalhos indica que esse aumento na temperatura é proveniente da ação humana (antrópica) que, através das emissões de gases poluentes na atmosfera, vem modificando o processo de manutenção do clima, fazendo com que a temperatura aumente gradativamente².

Esses gases poluentes, que desequilibram o processo de radiação solar, recebem o nome de Gases de Efeito Estufa (GEE), pois absorvem parte da radiação solar refletida pela

²A temperatura média da Terra aumenta porque os gases poluentes desequilibram o processo em que a radiação solar é absorvida de maneira natural pela superfície da Terra e redistribuída pela circulação atmosférica para depois ser radiada para o espaço, denominada radiação terrestre. A energia solar que chega a Terra é equilibrada pela radiação terrestre que sai e esses gases poluentes diminuem a ação da radiação terrestre (BRASIL, 1999a).

superfície terrestre³, conseqüentemente, retendo o calor que não é liberado no espaço, aumentando, assim, a temperatura média do Planeta. Nesse processo, destaca-se o papel das emissões de gases, como, por exemplo: Vapor d'água (H₂O); Metano (CH₄); Óxido Nitroso (N₂O); Hexafluoreto de Enxofre (SF₆); Hidrofluorcarbonos (HFC); Perfluorcarbonos (PFC) e, em especial, o Dióxido de Carbono (CO₂), que se mostra presente no processo produtivo, estando intrinsecamente ligado à produção de bens e serviços, representando 55% do total das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), permanecendo na atmosfera por pelo menos dez décadas (BRASIL, 1999a).

Esse cenário propiciou a implantação, em 1988, do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) por parte do *United Nations Environment Programme* (UNEP) e pela *World Meteorological Organization* (WMO) para fornecer informações científicas, técnicas e socioeconômica relevantes ao entendimento das mudanças climáticas, seus impactos potenciais e opções de adaptação e mitigação.

A partir dos dados disponíveis até 1990 e da tendência de emissões nos níveis atuais, sem a implementação de políticas específicas para redução de emissões, a projeção do IPCC é que o aumento da temperatura média na superfície terrestre seja entre 1 e 3,5°C no decorrer dos próximos 100 anos (BRASIL, 1999a, p. 5).

As informações do IPCC deram base para a chamada *Conference of the Parties* (COP), que foi a primeira conferência mundial⁴ ocorrida em 1992, quando se estabeleceu o compromisso de realização de reuniões periódicas para discutir, estudar e tentar resolver o problema do aumento global da temperatura.

Segundo o MCT, os estudos do IPCC mostraram que a ação humana interfere diretamente na concentração dos GEE na atmosfera, conseqüentemente, ampliando a capacidade de absorção de energia que naturalmente já possuem (BRASIL, 1999a).

As emissões antrópicas de CO₂, o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa, decorrem principalmente da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), em usinas termoelétricas e indústria, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento (BRASIL, 1999a, p. 4).

Vale salientar que os níveis mundiais de CO₂ aumentaram em volume de 280 partes por milhão (ppm) para quase 360 ppm desde o início da Revolução Industrial até 1999 (BRASIL, 1999a). Isso representa variação de 28,6% em, aproximadamente, 300 anos.

³Na realidade esses gases são importantes para a manutenção da vida na Terra, pois eles é que mantêm a temperatura terrestre equilibrada.

⁴Envolvendo inicialmente, em 1992 no Rio de Janeiro, 154 países (partes) e, em 1997, teve a adesão de mais 11 países.

Contudo, o mais preocupante é que em apenas 50 anos, 1958 a 2008, a variação foi de 22,3%, mostrando, assim, conforme a Figura 1, tendência constante de aumento no volume de emissões de CO₂, que contribui, de forma direta, para a intensificação do efeito estufa.

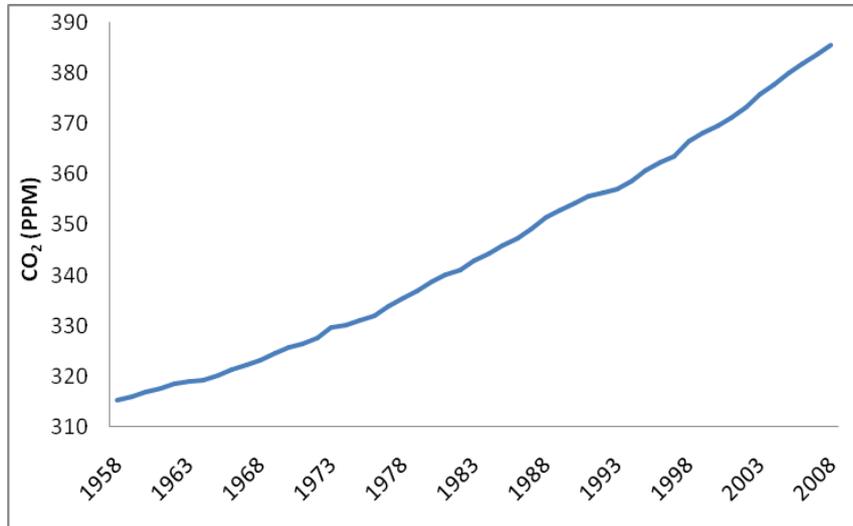


Figura 1 – Volume de CO₂, mundialmente emitido, 1958 - 2007.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPCC (2008).

Em decorrência do efeito estufa, o padrão climático da Terra vem se modificando e sofrendo consequências como enchentes, tempestades, furacões e secas mais intensas, bem como o aumento do nível do mar que inunda ilhas e litorais. Se esse padrão continuar, além das consequências climáticas, o efeito estufa provocará outras socioeconômicas, afetando o fornecimento de alimentos e os recursos hídricos, bem como a saúde humana (BRASIL, 1999a).

Através do aprofundamento dos estudos e das reuniões periódicas sobre o aquecimento global, a COP-3 (*Conference of the Parties - 3*, realizada em Quioto no Japão em 1997) adotou o chamado Protocolo de Quioto que estabeleceu que países industrializados desenvolvidos (signatários do protocolo), considerados como os que mais poluem, devem ser responsabilizados pela emissão de gases poluentes.

O Protocolo de Quioto inclui metas e prazos relativos à redução ou limitação das emissões de CO₂ e outros gases responsáveis pelo efeito estufa⁵. Para que os países cumprissem com as exigências de redução de emissões, foram estabelecidos três mecanismos de flexibilidade: *Joint Implementation* (JI), *Emission Trading* (ET) e *Clean Development Mechanism* (CDM). Os dois primeiros (JI e ET), constituídos de modo a serem utilizados

⁵ Para o período de 2008 e 2012 as emissões devem ser reduzidas em 5,2%, na média, com relação aos níveis de 1990, para o CO₂, CH₄ e N₂O, e aos níveis de 1995 para SF₆, HFC's e PFC's (BRASIL, 1999a).

entre países industrializados do Anexo I do Protocolo de Quioto⁶, objetivam a contabilização de reduções líquidas de emissões de gases com execução de projetos em outros países.

No que se refere ao CDM, concebido a partir de uma proposta da delegação brasileira, que consistia na possibilidade de um país desenvolvido financiar projetos em países em desenvolvimento como forma de cumprir parte de seus compromissos, de maneira simplificada, tal mecanismo consiste em que cada tonelada de CO₂ não emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial.

Nesse sentido, torna-se evidente na sociedade, de forma geral, a preocupação com o efeito estufa, tornando, assim, trabalhos direcionados a estudar a estrutura da emissão do Dióxido de Carbono (CO₂), gás que mais contribui para o agravamento do efeito estufa, de grande importância para a elaboração de políticas públicas, visando ao controle e à diminuição de sua emissão e, conseqüentemente, ao controle do aquecimento global (MORILLA, 2005b).

Sendo assim, alguns trabalhos trazem contribuições a respeito das discussões sobre emissões dos gases de efeito estufa por ramo de atividade econômica, mais recentemente: Munksgaard et al. (2000), Motta (2002), Guilhoto et al. (2002), Wachsmann (2005), Brännlund e Ghalwash (2006), Cardenete et al. (2007), Alcántara (2007), Cruz et al. (2007), Morilla et al. (2007), Morais (2007), entre outros. Esses trabalhos, em sua maioria, relacionam a atividade econômica com o total de emissões de gases do efeito estufa, sobretudo o CO₂, possibilitando aos tomadores de decisão direcionar as políticas públicas no sentido de controlar e diminuir a emissão desse gás.

2.1 EMISSÕES DE CO₂ NO BRASIL

No contexto nacional, o Brasil já vem se preocupando com o efeito estufa e observando mudanças climáticas como variações em chuvas e vazões de rios no Nordeste e na Amazônia, bem como o aumento das chuvas no Sul. Por isso mesmo foi o primeiro país a

⁶O Anexo I do Protocolo de Quioto é composto por: Alemanha, Austrália, Áustria, Bielorrússia, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Econômica Européia, Checoslováquia, Dinamarca, Espanha, EUA, Estônia, Rússia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia (BRASIL, 1999b, p. 3).

assinar a Convenção-Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima, em 4 de junho de 1992 (BRASIL, 2004).

O Brasil não tem, de acordo com o regime da Convenção, obrigações quantificadas de limitação ou redução de emissões. Contudo, o país está atuando [...] contra a mudança do clima. Há vários programas governamentais e iniciativas no Brasil que estão acarretando reduções importantes das emissões de gases de efeito estufa, alguns dos quais são responsáveis pelo fato de o Brasil ter uma matriz energética comparativamente “limpa”, com baixos níveis de emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida (BRASIL, 2007, p. 10).

Em função disso, além da matriz energética comparativamente limpa, com baixos níveis de emissões de gases de efeito estufa por unidade de energia produzida ou consumida⁷, o Brasil apresenta um alto percentual da participação da Oferta Interna de Energia (OIE) de fontes renováveis, a saber: Lenha; Carvão Vegetal, Energia Hidroelétrica, Bagaço e Álcool de cana-de-açúcar, conforme Figura 2.

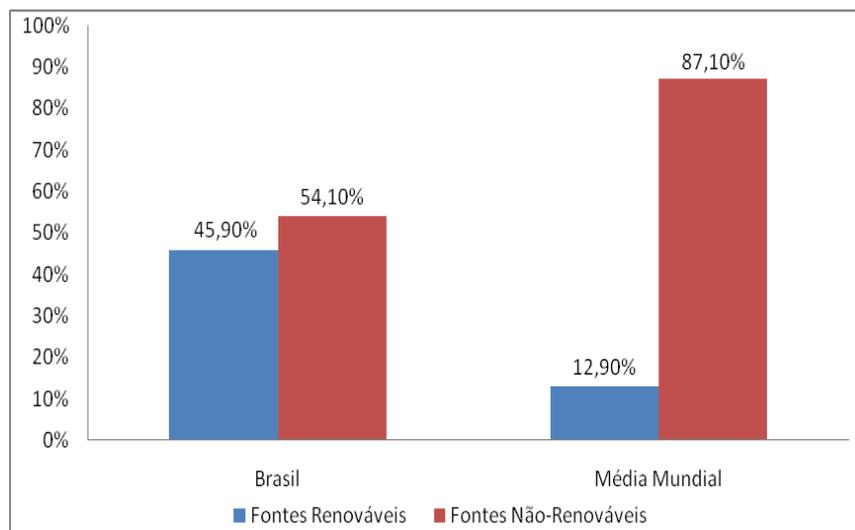


Figura 2 – Oferta Interna de Energia, média mundial e brasileira, 2006 - 2007.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

No entanto, no Brasil, como em todo o mundo, a concentração de GEE vem aumentando por causa da maior atividade industrial, agrícola e de transporte, principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis. Segundo Rocha (2003) as emissões antrópicas de CO₂ no Brasil, causadas exclusivamente através da queima de combustíveis fósseis, cresceram vertiginosamente nos últimos 40 anos. Mesmo assim, são os países desenvolvidos que causam a maior parte das emissões antrópicas de CO₂ pela queima desses combustíveis.

⁷Esses unidades serão apresentadas na seção 3 desse trabalho.

Porém, ao incluir as queimadas e desmatamentos, o Brasil passa a estar entre os seis primeiros emissores de GEE. Estima-se que existam de 10000 a 25000 toneladas de carbono para cada quilômetro quadrado de floresta tropical, sendo que, com as queimadas, cerca de 2/3 deste carbono seria transformado em CO₂ (ROCHA, 2003, p. 2).

De acordo com dados do MCT, 75% das emissões totais de CO₂ no Brasil são decorrentes da mudança no uso da terra e florestas⁸, seguido por 23% do setor energético (BRASIL, 2004). Vale ressaltar que o setor energético brasileiro é conhecido mundialmente pela grande participação da geração de energia renovável, tais como a geração de energia elétrica em alta escala através de usinas hidrelétricas, do uso do álcool como combustível veicular e do uso do bagaço de cana-de-açúcar na indústria, que representam 45% da oferta bruta de energia (BRASIL, 2004, p. 97).

É evidente que ao analisar as emissões de GEE no Brasil deve-se observar com maior cuidado a questão da mudança no uso da terra e florestas dada a grande participação desse fator nas emissões de CO₂. Portanto, não há dados concretos para isso, apesar dos esforços do MCT para desenvolver técnicas para tal fim. Por outro lado, considerando-se que o setor energético dispõe de dados nacionais organizados, esse trabalho focou as emissões de CO₂ decorrentes das informações do setor energético, levando-se em consideração sua importância para o desenvolvimento econômico.

O setor energético, bem como a geração de energia, é fator básico para o desenvolvimento. Assim, é uma aspiração natural de países em desenvolvimento, como o Brasil, buscar um padrão de capacidade energética comparável ao dos países industrializados. As considerações sobre sustentabilidade ambiental, necessidades de capital e limitação de recursos naturais levam à conclusão de que a generalização do uso de energia pressupõe, necessariamente, a conquista de níveis tecnológicos de alta eficiência. É lógico, então, que as ações direcionadas para a sustentabilidade ambiental e controle do efeito estufa devam incluir esforços para a exploração de todas as oportunidades de um maior aprimoramento da eficiência, tanto na geração como no uso de energia.

⁸Essas mudanças representam a conversão de florestas em atividade de agricultura e pecuária, bem como florestas plantadas para fins industriais.

2.1.1 Estrutura energética e econômica

Para atender os objetivos desse trabalho, o consumo de energia e as emissões de CO₂ serão associados conforme o consumo energético total, sem diferenciar emissões diretas e indiretas, isto é, emissões resultantes do consumo de energia feito pelos componentes da demanda final e emissões resultantes do setor produtivo quando da necessidade de atender a demanda final por bens e serviços.

A estrutura energética do Brasil pode ser analisada a partir de dados do Balanço Energético Nacional (BEN), publicado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) que lista as fontes energéticas divididas em fontes primárias, quando são providas pela natureza de forma direta, e fontes secundárias, produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação. Os dados fornecidos pelo BEN têm como unidade básica de medida a Tonelada Equivalente de Petróleo (tep), que representa o poder calorífico inferior do petróleo consumido no Brasil⁹. Para as análises feitas nesse trabalho foram consideradas todas as fontes energéticas disponíveis no BEN.

Segundo dados da pesquisa, elaborados a partir do MME (BRASIL, 2008b), o consumo energético brasileiro passou de 66,9 milhões de tep em 1970 para 238,8 milhões de tep em 2003, apresentando crescimento médio de 3,5% a.a. e crescimento total de 256,7%¹⁰.

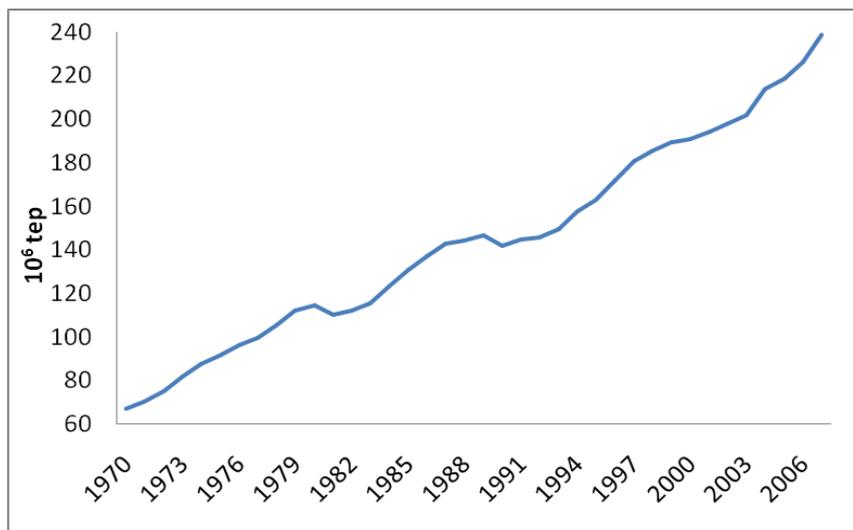


Figura 3 – Evolução do consumo energético brasileiro, 1970 – 2003.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

⁹Para maiores detalhes sobre as unidades de medidas utilizadas nesse trabalho, consultar o ANEXO D e o ANEXO E, bem como a subseção 3.3.

¹⁰Para o cálculo da taxa de crescimento médio foi utilizada a fórmula: $c_m = [(v_{t-1} - v_t) \div v_{t-1}] \div n$; em que c_m = crescimento médio; v_{t-1} = valor no tempo $t - 1$; v_t = valor no tempo t ; n = número de períodos.

De acordo com Wachsmann (2005), entre 1970-80 o consumo de energia aumentou a taxas consideráveis de até mais de 34% no período de 1970-75 e 24% entre 1975 e 1980. Já entre 1980-85, o consumo diminuiu devido à substituição das fontes energéticas pouco eficientes por fontes mais modernas e, também, devido à crise econômica pela qual o Brasil passou, principalmente, no início da década de oitenta.

No início dos anos 90 a taxa de crescimento do consumo energético voltou a cair, novamente, devido as dificuldades econômicas. Entre 1993-97, com a estabilização econômica e a abertura comercial, as empresas buscaram reestruturar seus negócios, ampliando suas plantas para produzir mais e atender o mercado consumidor interno e externo ampliados pelo ambiente de estabilidade monetária, o que expandiu novamente o consumo de energia (WACHSMANN, 2005). Já no final da década de 90, a taxa anual de consumo energético voltou a cair, em razão, principalmente, de sucessivas crises externas que acabaram contaminando a economia nacional (BRASIL, 2008b). Entre 2000-03, após a retração econômica mundial, o consumo energético voltou a aumentar estimulado, novamente, pelos setores exportadores, principalmente em função da retomada do crescimento da economia norte-americana, (BRASIL, 2008b).

No presente estudo, como citado no início dessa subseção, o consumo energético é associado às emissões de CO₂, dado que essas são influenciadas pela quantidade de fontes energéticas consumidas e pelo tipo de fontes empregadas, isso significa que as emissões de um país dependem das fontes na qual uma economia se baseia.

Nesse sentido, deve-se conhecer a estrutura energética nacional bem como sua evolução. Nos anos 70, o Brasil iniciou um programa nacional para promover, por meio de subsídios e desenvolvimento tecnológico (Programa Nacional do Álcool – Proálcool), o uso de álcool hidratado de cana-de-açúcar como combustível para automóveis. Inicialmente, o objetivo do programa era adicionar etanol à gasolina. A razão fundamental de aumentar a segurança do fornecimento de combustível, então ameaçada pela primeira crise do petróleo, foi logo complementada com a observação dos benefícios ambientais adicionais proporcionados pela redução das emissões de GEE. As emissões de CO₂ resultantes do processo de combustão do álcool são equilibradas pela absorção de carbono durante o período de crescimento da cana-de-açúcar de forma sustentável. Assim, veículos movidos a álcool, ao invés de gasolina, não contribuem para o aquecimento global (BRASIL, 2007).

Além do Proálcool, o Brasil também aumentou a OIE pelo crescimento da produção interna de petróleo através de investimentos de prospecção e exploração, fazendo com que a produção nacional de petróleo elevasse de 4,95 milhões de barris por dia em 1979 para

34,5 milhões de barris por dia em 2007. Outro grande investimento no setor energético brasileiro, principalmente por possuir a vantagem de recursos hídricos abundantes, foi na produção de Hidroeletricidade (BRASIL, 2008b).

A Figura 4 apresenta a evolução da OIE por fonte energética. Pode-se observar que, com exceção da Lenha e Carvão Vegetal, que são utilizados de forma rudimentar em, por exemplo, casas de farinha, todas as fontes energéticas apresentam tendência de crescimento ao longo dos últimos 37 anos. Com relação ao fornecimento de Lenha e Carvão Vegetal, sua presença vem perdendo espaço devido à urbanização e industrialização. Nas residências a lenha e o carvão vegetal foram substituídos por gás liquefeito do petróleo e gás natural, nas indústrias foram substituídos por energéticos mais eficientes e menos poluentes, como o Gás Natural e a Energia Elétrica.

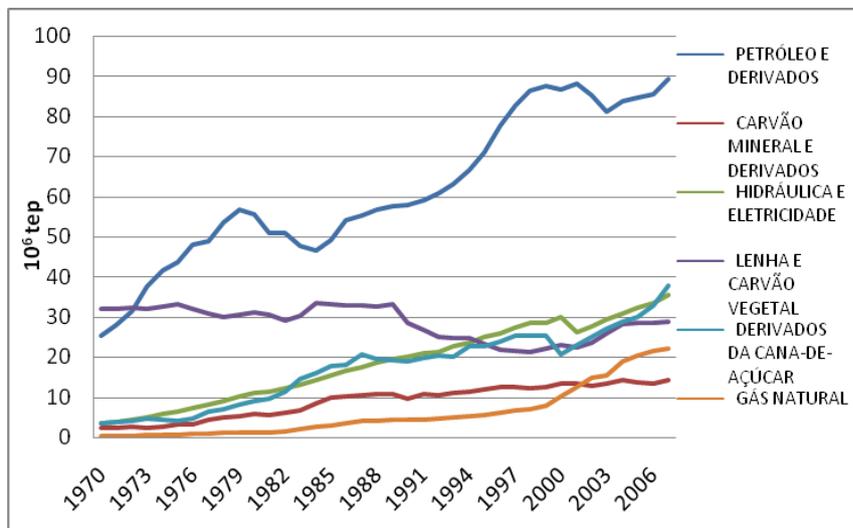


Figura 4 – Oferta interna de energéticos, Brasil, 1970 - 2007.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

A Figura 5 apresenta a evolução no volume de emissões de CO₂ no Brasil entre 1970 e 2007. Percebe-se que, em consonância com citações de parágrafos anteriores, o aumento do consumo de energia não necessariamente acompanha o aumento nas emissões de GEE como o CO₂, pois, de acordo com dados da pesquisa, as emissões de CO₂ passaram de 1,7 bilhões de toneladas em 1970 para 3,3 bilhões de toneladas em 2003, apresentando crescimento médio de 1,87% a.a. com crescimento total de 96,2% no período, sendo ambos os crescimentos, médio e total, menores do que o crescimento médio e total do consumo energético.

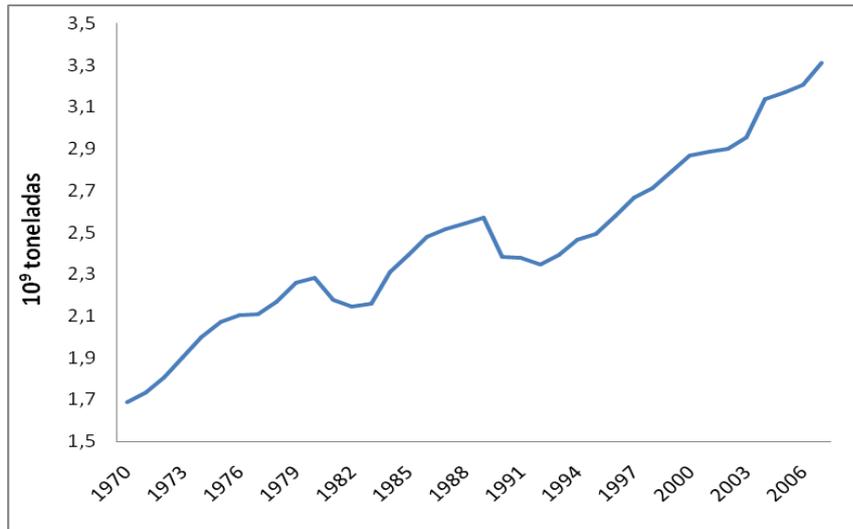


Figura 5 – Evolução das emissões de CO₂, Brasil, 1970 - 2007.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

Dessa forma, pode-se atribuir a melhora na eficiência da matriz energética brasileira ao avanço na oferta de fontes energética pouco ou não emissoras de CO₂, como Álcool, Energia Hidráulica e Hidroeletricidade, bem como ao aumento da produção e distribuição do gás natural, passando-se assim, a produzir mais energia com menor emissão de CO₂.

No que se refere a geração de energia, as emissões de CO₂ e ao desenvolvimento econômico e social, é necessário comparar a evolução do consumo energético com a evolução de variáveis como o Produto Interno Bruto (PIB) e o crescimento populacional. Os resultados do estudo de Wachsmann (2005) mostram que as mudanças no consumo energético no período analisado (1970-96) foram causadas, principalmente, por mudanças no nível do PIB *per capita* e no número de habitantes. A contribuição de mudanças na intensidade energética¹¹, na composição da demanda final e na destinação da demanda se apresentaram menos significativas.

Segundo dados da presente pesquisa, elaborados a partir do MME (BRASIL, 2008b), o PIB apresentou crescimento médio de 4,05% a.a. entre 1970 e 2003, tendo crescimento total de 260% (Figura 6). Esse crescimento, se comparado à evolução da OIE, mostra-se maior, evidenciando a tendência das mudanças ocorridas na intensidade energética que, gradativamente, substituiu os energéticos menos eficientes por outros mais eficientes, como o Gás Natural. Pode-se ressaltar, também, que o crescimento da OIE vem se acentuando nos últimos anos, enquanto o crescimento do PIB foi muito elevado na década de 70 e, nos últimos anos, demonstrou crescimentos modestos.

¹¹Definida com sendo o requerimento de energia para produzir uma unidade monetária do PIB.

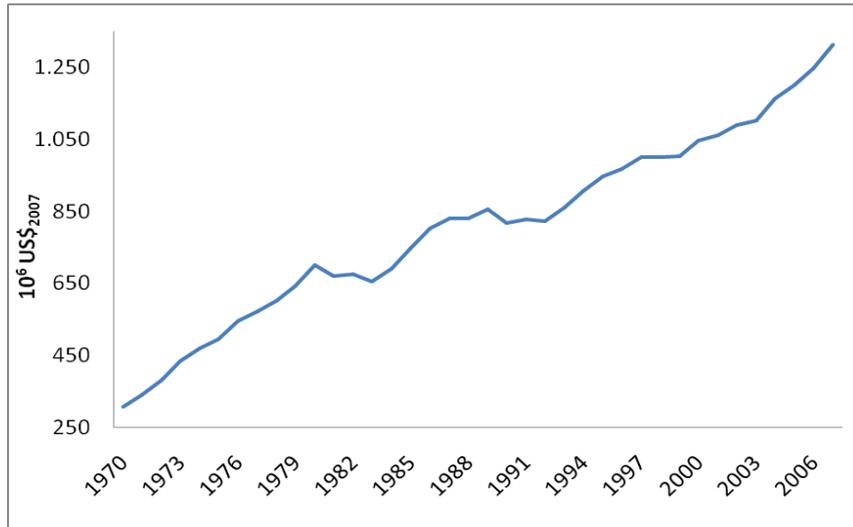


Figura 6 – Evolução do PIB brasileiro.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

Ao se analisar a evolução da OIE, não em termos absolutos, mas em termos relativos ao PIB, isto é, ao se analisar a intensidade energética, observa-se padrões interessantes. Na Figura 7 apresenta-se a evolução da OIE por fonte energética com relação ao PIB para o período de 1970-2007. Observa-se que a oferta de Lenha e Carvão Vegetal que, de forma absoluta, já apresentava tendência de queda, com relação ao PIB, evidencia-se sua substituição por outras fontes energéticas.

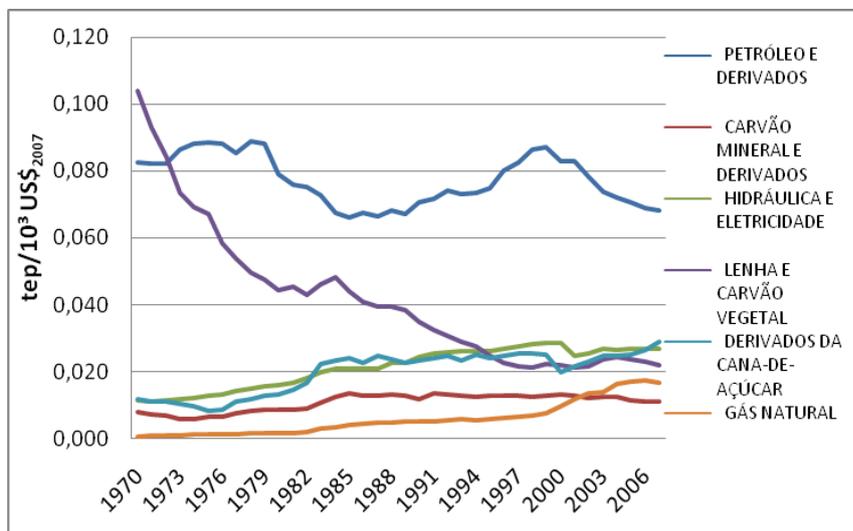


Figura 7 – Oferta interna de energéticos/PIB, Brasil, 1970 - 2007.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

O Petróleo e Derivados, que em números absolutos apresenta crescimento, com relação ao PIB, a tendência dos últimos 7 anos, é de decréscimo na participação da matriz energética. Fazendo um contraponto a isso, Produtos da Cana de Açúcar e Gás Natural, também nos últimos 7 anos, mostram uma aceleração na oferta em relação ao PIB. Com isso, a tendência de substituição de fontes energéticas menos eficientes no que diz respeito a

emissão de CO₂, torna-se mais evidente, pois a taxa de crescimento da OIE dessas fontes tem sido menor do que do PIB no período analisado.

O trabalho realizado por Gilhoto et al. (2002) simulou os impactos ambientais de acordo com dois cenários de crescimento econômico para o período 2002-2012. O consumo das famílias foi considerado de forma agregada regionalmente, isto é, renda das famílias disponível por região. Os resultados mostraram que, além de indicar que uma descentralização regional do desenvolvimento tem como consequência uma melhora na eficiência ambiental, também indicam a tendência de que as médias nacionais da intensidade de poluição industrial e degradação ambiental são sempre menores quanto maior for o crescimento econômico.

No entanto, o trabalho realizado por Moraes (2008) observou que o PIB apresentou crescimento médio menor do que o crescimento de consumo energético, indicando que o Brasil ainda se utiliza de estruturas de produção que requerem muita energia. Porém, ele trabalhou com um período de tempo menor, 1990-2003, comparativamente com o período adotado no presente estudo e, ainda restringiu as fontes energéticas, tomadas como base para o cálculo das emissões de CO₂, para apenas 10 do total de 19 informadas pelo BEN.

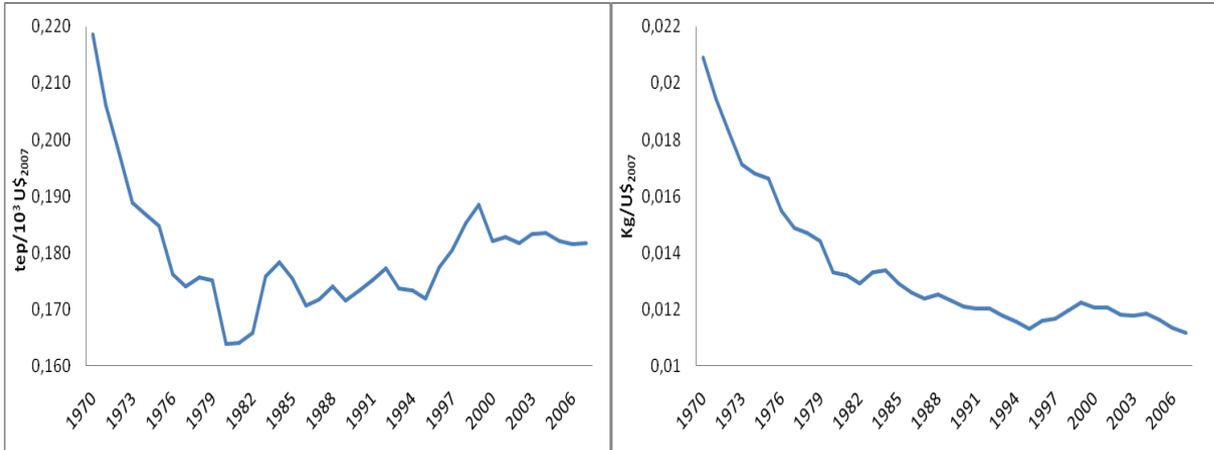


Figura 8 – Intensidade Energética (à esquerda), Intensidade de Carbono (à direita), Brasil, 1970 - 2007.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

Com relação à intensidade energética, os dados dessa pesquisa apontam, como observa-se na Figura 8, que, após apresentar queda acentuada entre 1970, 0,219 tep/10³ U\$₂₀₀₇, e 1980, 0,164 tep/10³ U\$₂₀₀₇, esta passou a crescer (com oscilações) até 1999, quando teve pequena queda e se estabilizou em torno de 0,182 tep/10³ U\$₂₀₀₇ em 2007, bem abaixo do índice de 1970. Isso significa que no decorrer desse intervalo de tempo passou-se a produzir o mesmo produto com uma necessidade menor de energia. É importante salientar que entre 1994-99 a intensidade energética cresceu de forma mais acentuada devido,

em parte, aos rearranjos estruturais pelos quais a economia passou a fim de atender à demanda externa crescente, bem como o mercado interno aquecido pela estabilidade monetária. Isso significou um crescimento na demanda energética maior em relação ao crescimento do PIB.

Porém, definindo-se a intensidade de carbono como sendo a quantidade de CO₂ necessária para produzir uma unidade monetária do PIB, fica mais fácil verificar o encaminhamento da estrutura energética brasileira para uma matriz mais limpa. A tendência de queda é muito mais evidente, ocorrendo apenas pequenas oscilações, principalmente entre 1994-99. O índice de emissões que em 1970 era de 0,021 Kg/U\$₂₀₀₇ passou para 0,011 Kg/U\$₂₀₀₇ em 2007. Isso significa uma queda de quase 50% no índice de intensidade de carbono, representando que emitia-se menos carbono no processo de produção em 2007 do que em 1970 para produzir a mesma quantidade de produto.

Tabela 1 – Taxas de crescimento médio anual e total da OIE, das emissões de CO₂, do PIB e do PIB *per capita*, Brasil, 1970 - 2007.

FATOR	Valores Absolutos		Relativos ao PIB	
	a.a.	Total	a.a.	Total
OIE	3,53%	256,70%	-0,47%	-16,89%
Petróleo e Derivados	3,61%	253,41%	-0,46%	-17,64%
Gás Natural	14,78%	12.978,22%	10,27%	2.947,77%
Hidroeletricidade	6,65%	938,21%	2,50%	141,95%
Carvão Mineral e Derivados	5,19%	489,03%	1,13%	37,27%
Lenha e Carvão Vegetal	-0,18%	-10,12%	-4,00%	-79,05%
Produtos da Cana de Açúcar	6,98%	953,31%	2,89%	145,46%
EMISSIONES DE CO₂	1,87%*	96,17%	-1,64%	-46,53%
Petróleo e Derivados	3,61%	253,41%	-0,46%	-17,64%
Gás Natural	14,78%	12.978,22%	10,27%	2.947,77%
Hidroeletricidade	—	—	—	—
Carvão Mineral e Derivados	5,19%	489,03%	1,13%	37,27%
Lenha e Carvão Vegetal	-0,18%	-10,12%	-4,00%	-79,5%
Produtos da Cana de Açúcar	—	—	—	—
POPULAÇÃO	2,00%*	92%	..	..
PIB	4,05%	260%	..	..
PIB/per capita	2,00%**	87%	..	..

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (BRASIL, 2008b).

* Com taxas anuais decrescentes, isto é, cada vez menores.

** Com taxas anuais crescentes, isto é, cada vez maiores.

– Dado numérico igual a zero.

.. Não se aplica dado numérico.

As taxas de crescimento média anual e total, relativas ao PIB, ou seja, intensidade energética, observadas na Tabela 1, de acordo com a fonte energética, mostram que as taxas apresentadas por Produtos da Cana de Açúcar (2,89% a.a. e 145,46% total) e Hidroeletricidade (2,50% a.a. e 141,95% total) vem aumentando sua participação na matriz energética, tendendo a estabelecer padrões de geração de energia cada vez mais limpa para o Brasil pois, como citado anteriormente, em seu ciclo de produção e consumo, os Produtos da

Cana de Açúcar têm suas emissões de CO₂ totalmente absorvidas, por isso sua intensidade de carbono é nula. Mesmo ao se verificar que as taxas de crescimento da oferta de Gás Natural são muito altas em comparação com as demais, sua intensidade de carbono é menor do que, por exemplo, Petróleo e Derivados e Carvão Mineral e Derivados. Isso colabora novamente para o entendimento da diminuição da intensidade de carbono apresentada anteriormente na Figura 8.

Outra forma de analisar as mudanças no consumo energético, indicada por Wachsmann (2005), é observar a relação da OIE com o crescimento populacional, isto é, número de habitantes e, conseqüentemente, o PIB *per capita*. A população brasileira aumentou significativamente entre 1970 e 2007, cerca de 92%, contudo, a taxas cada vez menores, conforme Figura 9. Mesmo com esse crescimento menor e mais “lento” do que o do PIB, o número de habitante fez com que o PIB *per capita* tivesse um crescimento menor, cerca de 87%, se comparado ao crescimento do PIB que foi de 260%.

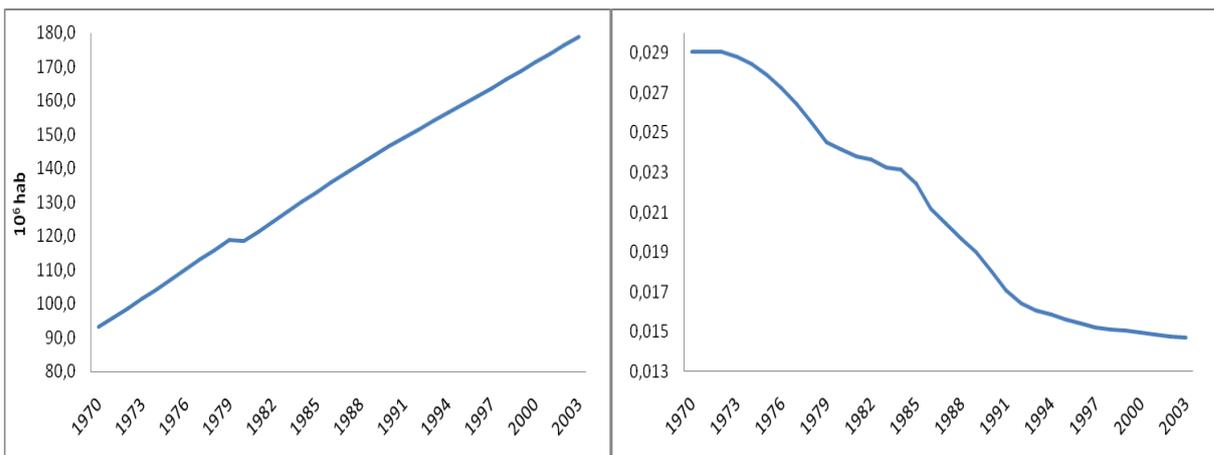


Figura 9 – Crescimento Populacional (à esquerda), Taxa de Crescimento médio (à direita), Brasil, 1970 - 2003.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do MME (BRASIL, 2008b).

De acordo com Motta (2002), os níveis de poluição, como emissões de CO₂, devem-se à crescente urbanização e às suas mudanças no padrão de consumo, que ocorrem juntamente com uma distribuição de renda desigual.

O crescimento populacional e o PIB *per capita* por si só não expõem a distribuição de renda no país, mas é possível verificar, na Tabela 1, que esse crescimento é menor do que o crescimento da OIE e do PIB. Fatores como o aumento nas exportações não explicam sozinhos o aumento do consumo energético e das emissões de CO₂. Por isso, mudanças na distribuição de renda devem ser consideradas, pois níveis de renda mais altos podem dar margem a padrões de consumo ambientalmente mais limpos, o que induz a uma trajetória tecnológica de menor intensidade de degradação do consumo. Quando a taxa de declínio desta

intensidade excede a taxa de crescimento da renda, a degradação total decresce, apesar do crescimento do consumo.

Assim, o trabalho de Motta (2002, p. 22) concluiu que o formato mais adequado da relação entre renda e poluição ambiental, no caso de valores industriais e agrícolas, não se aproxima da forma de U invertido, estando mais concentrado próximo a classes de renda baixa, decaindo conforme a renda aumenta. Contudo, é importante esclarecer que Motta mensurou o padrão ambiental do consumo urbano separando as famílias em 10 classes de renda e relacionando as mesmas, não a produção setorial com um único resíduo, mas, à seguimentos da economia, tais como indústria e transporte, relacionando à resíduos diversos, como orgânicos, inorgânicos, particulados, SO₂ e fertilizantes. Dessa forma, Motta traçou perfis, para as classes de renda, de acordo com poluentes específicos, tendo respostas diferentes dependendo da relação feita entre seguimento da economia e resíduo. Na seção 3.3 o estudo de Motta será apresentado com maiores detalhes.

Sendo assim, conhecer a tendência da relação entre classes de renda e impacto ambiental pode tornar-se um parâmetro para análises de crescimento econômico sustentável, minimizando, conseqüentemente, impactos no meio ambiente, pois, tais impactos, não podem ser evitados mas, sim reduzidos a padrões que possibilitem á países em desenvolvimento, como o Brasil, alcançar níveis de equidade ambiental sustentáveis a longo prazo.

2.1.2 Distribuição de renda e alguns resultados

Apesar do Brasil apresentar, nos últimos 40 anos, principalmente na década de 70, uma das economias de crescimento mais rápido no mundo, não tem sido capaz de reduzir, na mesma proporção, as desigualdades sociais. Mesmo considerando as políticas de transferência de renda adotadas, principalmente no governo Lula¹², o país ainda sofre reflexos do período de inflação, vivido na década de 80 e início da década de 90, que aumentaram os conflitos sociais e desigualdades de renda.

¹²Através de programas sociais como o Bolsa Escola e o Bolsa Família.

Segundo Guilhoto et al. (2006, p. 2) o Brasil apresenta uma das piores distribuições de renda do mundo, considerando o índice de GINI¹³ pois, comparado a 130 países, o Brasil é o penúltimo colocado (0,60), melhor colocado apenas do que Serra Leoa. A diferença é que os índices de pobreza brasileiro não estão ligados a uma insuficiência de recursos, mas à extrema desigualdade de sua distribuição de renda. Sendo assim, afirma Guilhoto (2006, p. 1), “o Brasil não é um país pobre, mas um país com muitos pobres”.

Em função disso, parcela significativa da população brasileira encontra-se em situação de pobreza, havendo, ainda, grandes disparidades regionais dentro do país, mesmo considerando a riqueza de recursos encontrada dentro de suas fronteiras e na crescente OIE descrita anteriormente. Nesse sentido, estudos sobre fatores que influenciam a qualificação de mão-de-obra (Teoria do Capital Humano)¹⁴ indicam o nível educacional como uma das características que influenciam o salário recebido pelo indivíduo. No Brasil, a heterogeneidade do sistema educacional pode ser uma das explicações para a desigualdade de renda atual.

Segundo Guilhoto et al. (2006) o fator que tem evitado que a pobreza no Brasil não aumente é o crescimento da renda *per capita*. Logo, algumas questões se levantam:

- Como essa renda adicional¹⁵ está sendo distribuída?
- Há mudança na proporção de rendimentos entre as classes?
- Quais as conseqüências para o meio ambiente?

O escopo deste trabalho permite responder a esses questionamentos através da metodologia adotada (utilizando dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD – da forma descrita na seção 4.1.4), fazendo a análise da variação percentual da população nas classes de acordo com sua faixa de renda para os anos de 1996 e 2003, abrangendo, assim, desde o período inicial da abertura comercial até mais recentemente.

Sendo assim, observa-se na Figura 10 que a única classe de renda que aumentou a proporção no número de indivíduos foi a Classe Baixa¹⁶ que, em 2003, passou a representar

¹³O índice de GINI é uma medida de desigualdade de renda, que tem valor entre 0 e 1, onde 0 corresponde perfeita igualdade (todos têm a mesma renda) e 1 à desigualdade perfeita (quando uma pessoa tem toda renda, e todos os outros tem rendimento zero). Para maiores detalhes sobre Índice de GINI ver Hoffmann (2006).

¹⁴Por exemplo: Dias et al. (2006) entre outros.

¹⁵A renda adicional é entendida como o aumento da renda agregada das famílias no período analisado. Sendo assim, procura-se verificar como essa renda adicional está sendo distribuída entre as três classes delimitadas no presente estudo.

¹⁶Divisão entre classes conforme descrição na subseção 4.1.4, em que a Classe Baixa abrange famílias com renda de até 3 salários mínimos, a Classe Média de 3 a 10 salários mínimos e a Classe Alta contemplando famílias com renda superior a 10 salários mínimos.

77,45% da população brasileira, significando um aumento de 28%. As classes de renda média e alta diminuíram de tamanho, cerca de 20% e 35%, respectivamente.

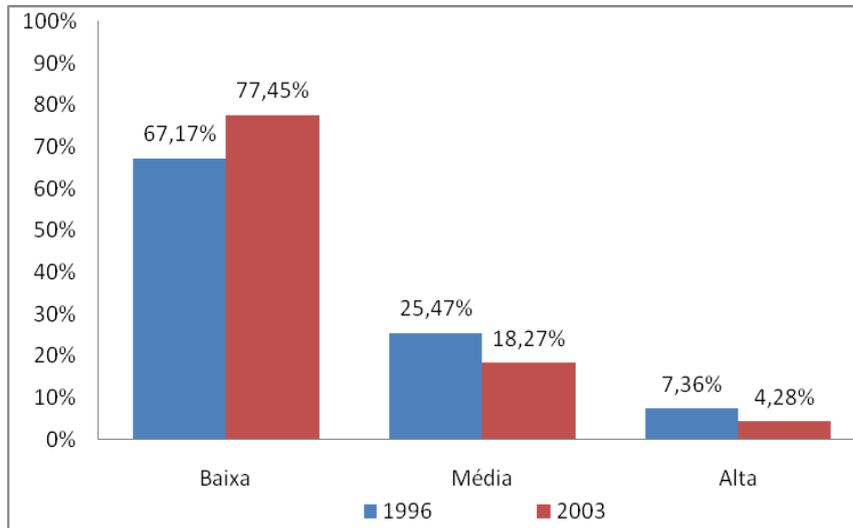


Figura 10 – Proporção de pessoas por classe, Brasil, 1996 e 2003.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2004).

Sendo assim, faz-se necessário relativizar essa nova configuração com o crescimento total da população brasileira, que apresentou um aumento de 11%, segundo estimativas do IBGE (2004), passando de 161 Milhões para 179 Milhões de habitantes.

Na Figura 11 percebe-se que, em termos absolutos, o número de brasileiros que figura entre a Classe Baixa teve crescimento real e, conseqüentemente, as classes Média e Alta tiveram um achatamento. É interessante observar que o nível de emissões de CO₂ na atmosfera aumentou cerca de 16% e que, dessa forma, o nível de poluição aumentou a uma taxa maior do que o número de habitantes. Isso pode estar relacionado com a distribuição do número de habitante em cada classe e, conseqüentemente, com a distribuição de renda.

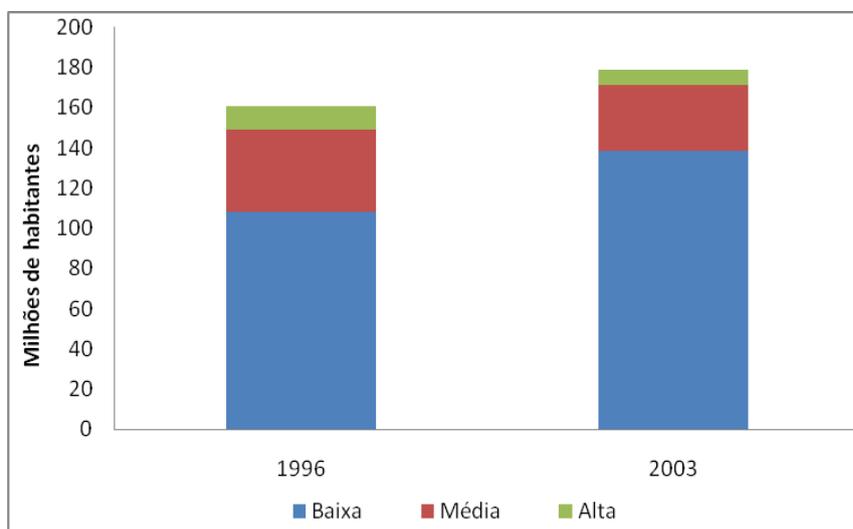


Figura 11 – Evolução do número de habitantes, Brasil, 1996 e 2003.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2004).

Nesse sentido, torna-se necessário confrontar os padrões de consumo por classe de renda a fim de verificar se esses padrões são diferentes, indicando qual classe mostra-se menos eficiente no que diz respeito a emissões de CO₂, isto é, qual a exigência de emissões de dióxido de carbono para produzir uma unidade de produto para cada classe de renda. Isso não significa que o nível total de emissões não seja maior na classe de renda com o maior nível de gastos, mas sim que a intensidade de carbono por classe é diferente de acordo com padrão dos gastos de cada classe.

É evidente que, de acordo com o nível de renda, o consumo seja diferenciado pelas possibilidades reais de consumo, por exemplo, classes de rendimento mais alto podem direcionar o seu consumo para bens e serviços que demandem menos energia e menor intensidade de carbono, conseqüentemente emitindo menos GEE. Por outro lado, classes de rendimento mais baixo têm que atender às suas respectivas restrições orçamentárias, restringindo o seu poder de escolha.

Na Figura 12, observa-se uma melhor distribuição de renda no que diz respeito a classe de rendimento, o que é esperado já que, como citado acima, o percentual da população de Classe Baixa aumentou significativamente. Vale salientar que a Classe Baixa corresponde desde famílias sem rendimento até famílias com rendimento de três salários mínimos, que faz com que essa classe abranja a porção da população abaixo da linha da miséria, sendo assim a renda aqui representada pode estar fortemente relacionada a famílias que ganham de dois a três salários mínimos. Isso seria visualizado mais claramente se as famílias fossem separadas de acordo com decis. Contudo, o presente estudo não se propôs a tal detalhamento.

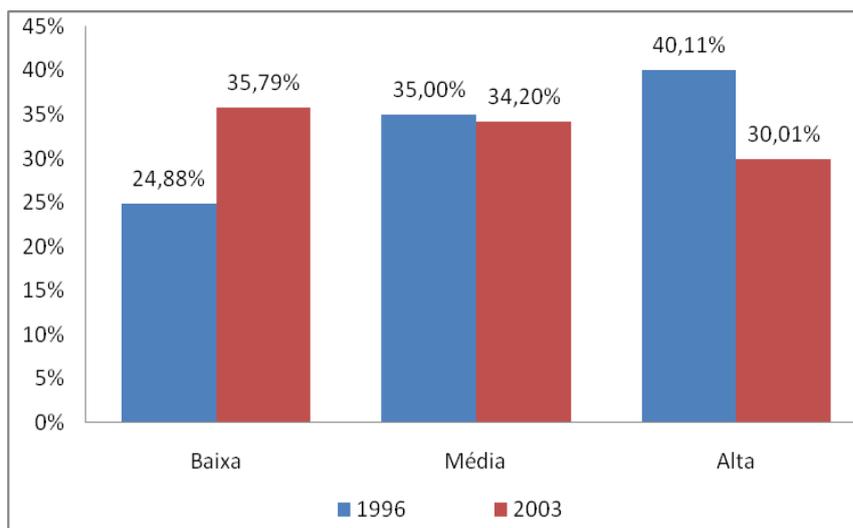


Figura 12 – Proporção dos rendimentos por classe de renda, Brasil, 1996 e 2003.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2004).

Em relação à renda *per capita*, a Tabela 2 mostra que todas as classes tiveram um aumento na renda média. No entanto, considerando a variação no tamanho de cada classe, pode-se verificar que a renda *per capita* global, isto é, considerando toda a população e a renda global, aumentou apenas 24,6%. Mesmo assim, verifica-se que o aumento foi maior do que o aumento de emissões de CO₂ para o mesmo período.

Tabela 2 – Renda *per capita* de acordo com a classe de rendimento, Brasil, 1996 e 2003.

CLASSE	R\$ ₂₀₀₃		Δ%
	1996	2003	
Baixa	176,79	274,86	55,5%
Média	655,90	1 113,51	69,8%
Alta	2 599,66	4 165,05	60,2%
Proporcional ¹⁷	136,40	209,67	53,7%
Global ¹⁸	477,24	594,76	24,6%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (1996a e 2003c).

Conforme o exposto acima, pode-se responder parcialmente às questões levantadas. Em primeiro lugar, a renda adicional, adquirida nas classes de renda como um todo, está sendo distribuída, ainda, de forma irregular, mas com uma melhora em sua distribuição. Em segundo lugar, com o percentual da população na Classe Baixa aumentado, cerca de 28%, e com a renda *per capita* aumentando na ordem de 55%, estabeleceu-se a divisão geral de renda entre as classe de forma bem próxima (Baixa: 36%, Média: 34% e Alta: 30%), mudando, assim, a proporção de rendimento entre as classes.

Contudo, no que diz respeito ao terceiro questionamento, impacto no meio ambiente, é necessário verificar, através da proposta desse trabalho, qual a eficiência energética e de carbono de cada classe e a sua variação entre os anos de 1996 e 2003, o que será exposto nas seções posteriores.

¹⁷Para o cálculo da renda *per capita* proporcional foi utilizada a fórmula: $r_{pp} = (r_b \cdot p_b + r_m \cdot p_m + r_a \cdot p_a) \div n$; em que r_{pp} = renda *per capita* proporcional; r_i = renda total da classe i ; p_i = proporção, com relação ao total da população, do número de pessoas da classe i ; n = número de pessoas.

¹⁸Para o cálculo da renda *per capita* global foi utilizada a média aritmética simples entre a renda total das famílias e o número de pessoas.

3 PESQUISAS E TÉCNICAS EM ESTUDOS AMBIENTAIS

Este estudo busca relacionar padrões de consumo de diferentes níveis de renda com emissões de CO₂ na atmosfera. Esse assunto tem feito parte de discussões em vários níveis e áreas do conhecimento humano, sendo, por isso, questão polêmica e relevante para estudos acadêmicos.

Nesse sentido, a literatura acadêmica tem provido vários estudos sobre emissões de gases poluentes e poluição ambiental de forma geral mas, na maioria dos casos, os trabalhos avaliam os ramos de produção ou a relação entre as emissões, comparando entre determinado grupo de países e não como os níveis de renda agem na estrutura econômica afetando o meio ambiente. Nesta seção, distinguem-se alguns trabalhos entre as metodologias de análise aplicadas à questão ambiental, separando-se tais trabalhos de acordo com características comuns apresentadas no início de cada subseção.

3.1 MODELO APLICADO DE EQUILÍBRIO GERAL

O Modelo Aplicado de Equilíbrio Geral (MAEG) se utiliza da teoria neoclássica Walrasiana de equilíbrio geral para se determinar o sistema de equações que explicam o comportamento dos agentes em uma economia e de matriz insumo-produto que é sua fonte de dados (GUILHOTO et al., 2001, p. 51).

No Brasil, pode-se citar o trabalho realizado por Guilhoto et al. (2002) que estudaram os impactos ambientais de acordo com dois cenários de crescimento econômico, sendo um otimista (4,4% a.a.) e outro, pessimista (2,3% a.a.) em nível nacional e para as macrorregiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul para o período 2002-2012. O consumo das famílias foi considerado de forma agregada regionalmente, isto é, renda das famílias disponível por região.

A metodologia de análise empregada utilizou-se do modelo Mibra inter-regional de equilíbrio geral, construído para cinco macrorregiões, o que permitiu projetar previsões nacionais e regionais para a economia brasileira com base nos coeficientes de intensidade de poluição relacionados ao nível de produção.

Os resultados, do trabalho realizado por Guilhoto et al. (2002), mostraram que, além de indicar que descentralização regional do desenvolvimento, tem como consequência melhora na eficiência ambiental em ambos os cenários, também indicam que as médias nacionais, no cenário otimista, da intensidade de poluição industrial e degradação ambiental são sempre menores do que as medidas para o cenário pessimista, concluindo, assim, que o padrão ambiental da economia melhoraria quanto mais acelerado fosse o crescimento.

Assim, o MAEG se torna eficaz para a análise de informações mais detalhadas em nível setorial, pois trabalha com a solução do modelo e diferentes conjuntos de variáveis exógenas, dentro de um conjunto de equações comuns, podendo fazer projeções através de dados econométricos, permitindo, com isso, que o modelo trabalhe com variações de preços e quantidades físicas. Segundo Guilhoto (2001, p. 51) “os modelos AEG, na sua maior parte, preocupam-se com o lado real da economia, ou seja, a moeda não causaria impacto algum sobre o lado real, sendo importante os preços relativos”.

3.2 MÉTODOS ECONOMÉTRICOS

Os estudos, apresentados nesta subseção, são trabalhos que se utilizam basicamente de séries temporais, fazendo o tratamento dos dados através, principalmente, da Microeconometria.

O estudo realizado por Brännlund e Ghalwash (2006) fez a diferenciação entre camadas da população de acordo com a renda, analisando de forma *per capita*, e também com oito bens de consumo de vários ramos de atividade econômica envolvidos em sua produção. Como em outros estudos¹⁹, esse também comenta o fato de a poluição não estar ligada diretamente à renda média de um país, mas sim de como ela é distribuída.

O trabalho supracitado toma como referencial a teoria do consumidor e, utilizando dados em painel, estima, econometricamente, funções de demanda de oito bens de consumo para o período de 1984-1996 com a participação de 10.000 famílias, atribuindo utilidade aos bens adquiridos e satisfação, dependendo de preço e renda (efeito renda), bem como do dano causado ao meio ambiente através dos requerimentos de CO₂. Ao se fazer estimativa econométrica, verificou-se que a curva que relaciona renda e poluição se mostrou estritamente

¹⁹Motta (2002), Cohen (2005), Roca et al. (2007) entre outros.

côncava, ou seja, na forma de U invertido. A conclusão, para a Suécia, é que os maiores requerimentos de CO₂ se concentram na classes média e baixa, mas, a exemplos de outros trabalhos, verificou-se que fatores geográficos e socioculturais também influenciam na resposta por nível de renda.

Segundo os autores do estudo citado acima, diferenciou-se os consumidores através de sua renda *per capita*, o que leva em consideração sua cesta de bens de consumo, procurando revelar o padrão do nível de renda relacionado e seus efeitos ao meio ambiente. Contudo, a escolha restrita a oito bens de consumo para todos os níveis de renda pode ocultar as variações na demanda conforme a renda varia, levando à substituição (efeito substituição) progressiva de bens, o que pode causar um viés na estimação das funções de demanda.

Através do referencial teórico da análise de *cluster*, Alcántara (2003) estudou diferenças entre países quanto à emissão *per capita* de CO₂. Nesse sentido, verificou as causas subjacentes a essas diferenças, fazendo a estimação econométrica a partir de quatro componentes: 1. Índice de intensidade de carbono; 2. Eficiência na transformação; 3. Intensidade energética e 4. Riqueza social.

Assim, foram identificados cinco grupos de países com diferentes comportamentos de acordo com os componentes citados. Em cada um dos grupos de países foi possível associar um componente que, em si, era bem relacionado com as emissões *per capita* de CO₂ e, por isso, servia de parâmetro para estudos posteriores relacionados ao controle dessas emissões. Um dos resultados apresentados é que países com elevada intensidade energética movem-se em direção a processos produtivos mais eficientes no que diz respeito à relação crescimento econômico e meio ambiente. O trabalho concluiu que, para a maioria dos países, a renda é fator explicativo para as emissões de CO₂. Consequentemente, a contribuição de cada um dos grupos no total de emissões, principalmente nos países com maior renda, tem ligação com o nível de renda, estando esses países com responsabilidade de cerca de 50% de todas as emissões mundiais.

Dessa forma, tem-se uma visualização simples da formação de conglomerado de regiões próximas em um mapa que possui valores semelhantes de uma variável analisada, como o estudo de Alcántara (2003), que mostrou que os países requerem políticas distintas na hora de debater a redução nas emissões de CO₂. Porém, apenas identificando os grupos, não se tem informação sobre como as emissões de CO₂ reagem à demanda por classe de renda em cada país, pois disparidades regionais podem estar, em parte, relacionadas às questões como distribuição desigual, entre as regiões, dos fatores responsáveis pelo crescimento econômico (recursos naturais, capacitação da mão-de-obra, acesso a mercados, entre outros).

3.3 MÉTODOS MISTOS

Nesta subseção são descritos alguns trabalhos, bem como seus resultados, para os quais foram usados métodos mistos, isto é, trabalhos que usaram meios econométricos para estimar matrizes de insumo-produto e/ou modelos aplicados de equilíbrio geral.

O trabalho realizado por Wier et al. (2001), que estuda o modelo de consumo das famílias com relação à demanda de CO₂ para a Dinamarca e compara o resultado obtido com o de outros países, não diferenciou o consumo entre classes de renda, mas ponderou os requerimentos de gases CO₂ ao considerar se as famílias têm, ou não, membros menores de 15 anos e também a localidade em que viviam (fator geográfico), a fim de avaliar os impactos diretos e indiretos. Os impactos diretos foram medidos através de estatísticas de gastos, ponderando-se de acordo com as características das famílias. Já os impactos indiretos foram medidos através do ferramental de insumo-produto.

O trabalho supracitado concluiu que existe grande variação nas intensidades de emissões de CO₂ na Dinamarca principalmente pelas mudanças no modelo de consumo entre as famílias analisadas. Isso evidenciou a importância das características socioeconômicas, culturais e demográficas das famílias.

No Brasil, um trabalho realizado por Motta (2002), com dados do inventário de emissões da Área Metropolitana da Grande São Paulo, publicado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e divulgado para todo o Brasil, fez sua análise de impacto ambiental com base em duas fontes de produção (industrial e agrícola) e em três fontes de consumo direto (transportes, água e esgoto), observando: 1. Efeitos da poluição industrial da água e do ar por material orgânico, inorgânico, particulados e enxofre (SO₂); 2. Poluição agrícola pelo uso de fertilizantes; 3. Poluição do transporte domiciliar; 4. Consumo domiciliar de água; e 5 Descarga domiciliar de esgoto.

Motta (2002) indicou que, na maior parte dos problemas ambientais, o processo tecnológico afeta indistintamente a intensidade da degradação de todas as classes, reduzindo, assim, a possibilidade de se impor um nível limiar de renda. Logo, o padrão e a quantidade de consumo em cada grupo de renda estão certamente variando e afetando diretamente o seu impacto ambiental. Nesse sentido, torna-se necessária a estratificação da renda para se avaliar o impacto ambiental de cada grupo. Sendo assim, quanto aos resultados, foram separados em perfis para as classes de renda, subdivididas em decis, de acordo com poluentes específicos,

tendo respostas diferentes dependendo da relação feita entre seguimento da economia e resíduo.

Segundo Motta (2002, p. 1), se, por um lado, a pressão de degradação dos ricos é certamente mais alta, pelos seus níveis de consumo mais altos, eles tendem, por outro lado, a consumir uma parcela menor de sua renda, conseqüentemente reduzindo sua pressão de degradação. Logo, conhecer a tendência e a magnitude da relação entre renda e degradação ambiental pode tornar-se um parâmetro para se analisar as questões de equidade ambiental que não podem ser evitadas no desenho e a aplicação das políticas ambientais, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil.

O trabalho de Motta (2002) empregou como metodologia a análise da propensão marginal a degradar (emissões de gases tipo CO₂ e poluição da água), composta por elasticidade de renda e a intensidade de poluição do consumo do indivíduo, como uma *Proxy* para mensurar a degradação *per capita* do mesmo, fazendo com que a degradação total seja dependente dos níveis de renda escolhidos. Para a poluição industrial, foi utilizado o modelo insuno-produto para se captar a poluição gerada ao longo do processo produtivo.

De acordo com Motta (2002), os níveis de poluição analisados devem-se à crescente urbanização e às suas mudanças no padrão de consumo, que ocorrem juntamente com uma distribuição de renda desigual. O trabalho de Motta (2002, p. 47) concluiu que o formato mais adequado da relação entre renda e poluição ambiental não se aproxima da forma de U invertido para a maior partes dos perfis propostos que consideram toda a sociedade, mas, ao analisar a sociedade com relação a seguimentos da economia, houve algumas evidências de verificação da hipótese, por exemplo, a pressão por degradação por parte dos transportes. A hipótese é, sim, comprovada. Já com relação à degradação por domicílio, tende a decrescer conforme a renda aumenta, estando mais concentrada próximo a classes de renda média-baixa, pois, segundo o autor, se a taxa de redução de intensidade de degradação por unidade de consumo excede a própria taxa de crescimento do consumo, espera-se que quando a renda média exceder certo nível limiar, a atividade econômica possa ser desacoplada da degradação.

É importante salientar que, apesar de sua grande contribuição para a discussão sobre padrões de consumo e equidade ambiental, a base de dados usada no trabalho supracitado se restringe a dados da Área Metropolitana da Grande São Paulo e, por isso, não reflete de forma ampla a realidade nacional e, ainda, ao se abordar as fontes de produção, industrial e agrícola, não considera setores importantes ligados à prestação de serviços e construção civil.

3.4 INSUMO-PRODUTO

O instrumental de insumo-produto é capaz de descrever a relação entre as diversas atividades, o destino da produção para demanda final e intermediária e o valor adicionado resultante do processo produtivo. Sua estrutura consiste em um conjunto de n equações e m incógnitas, a partir do qual se fazem análises de impacto das mudanças ocorridas na demanda final ou em qualquer outro componente da matriz sobre o restante da economia em certo período do tempo.

Com relação à Dinamarca, Munksgaard et al. (2000) estudaram como as mudanças no consumo das famílias impactavam nas emissões de gases do tipo CO₂ referentes ao período de 1966-1992. Para verificar qual o crescimento das emissões em relação a mudanças do modelo energético e hábitos de consumo em geral, fez uso da análise de decomposição estrutural e verificou os fatores que afetaram o desenvolvimento de emissões de gases CO₂ com relação ao consumo privado. Não considerou os níveis de renda, mas sim as variações nos hábitos dos consumidores através do tempo, observando os impactos diretos e indiretos²⁰.

Esses autores verificaram que, inicialmente, as emissões diretas eram superiores às emissões indiretas. Contudo, através dos anos, observaram a inversão desse quadro. Como indicaram os autores, isso se deve, principalmente, a mudanças no *mix* de *commodities* consumidas pelas famílias que passaram a privilegiar a conservação do meio ambiente.

Utilizando o instrumental insumo-produto, Cohen et al. (2005) relacionaram os padrões de consumo com a demanda de energia para captar os impactos no meio ambiente. O método de estudo utilizado selecionou dados de 11 capitais brasileiras, valendo-se de uma matriz insumo-produto híbrida desenvolvida no Programa de Planejamento Energético a partir de dados da POF para o ano de 1995. Vale salientar que, nesse trabalho, a autora estuda, com bastante minúcia, o comportamento do consumidor, diferenciando por classe de renda e idade, relacionando os seus hábitos de consumo com os impactos ambientais que os mesmos provocam, levando em consideração as tecnologias envolvidas de acordo com a demanda de cada faixa de renda.

Com relação ao trabalho realizado por Wachsmann (2005) com o objetivo de avaliar as mudanças históricas no uso de energia e emissões de CO₂ entre 1970 e 1996 no Brasil,

²⁰Impactos diretos foram considerados aqueles relacionados a consumo de eletricidade, gás, óleo, gasolina entre outros, e impactos indiretos os associados com a produção de bens consumidos pelas famílias, ou seja, levam em conta emissões que a indústria gera para suprir a demanda das famílias.

utilizou-se a decomposição estrutural pelos métodos de Marshall-Edgeworth e de Índice Divisia de média logarítmica²¹. As mudanças no consumo energético foram decompostas conforme os seguintes fatores: 1. Intensidade energética; 2. Dependências intersetoriais; 3. Composição e destinação da demanda final; 4. PIB per capita; 5. População e 6. Consumo residencial *per capita*, além de um fator adicional de composição da matriz energética no caso da decomposição das emissões de CO₂.

Wachsmann (2005) mostra, no trabalho, que as mudanças no consumo energético no período analisado foram, principalmente, causadas por mudanças no nível do PIB *per capita*, no número de habitantes e nas dependências intersetoriais.

Morilla et al. (2005a), Morilla et al. (2005b), Cardenete et al. (2007), Alcántara (2007), entre outros, são exemplos de trabalhos que analisam o desenvolvimento econômico sustentável, ou seja, desenvolvimento econômico com o mínimo de degradação ambiental, sobretudo na Espanha, seja para demonstrar a viabilidade de integrar dados físicos e monetários ou de realmente aplicá-los para fins de planejamento do desenvolvimento econômico. Uma pesquisadora que tem se dedicado mais recentemente a esses estudos relacionados a impactos ambientais do crescimento econômico é Carmen Rodríguez Morilla que, em parceria com outros pesquisadores, tem aplicado esse tipo de análise em nível teórico, justificando a validade de integrar contas ambientais com contas econômicas e, em nível aplicado, ou seja, verificando a estrutura de requerimento de emissões de gases CO₂ por diversos ramos de atividade econômica.

Morilla et al. (2005a) demonstram a utilidade do sistema híbrido denominado de *Social Accounting Matrix and Environmental Accounts* (SAMEA) que integra dados físicos ambientais com dados monetários da Contabilidade Nacional da Espanha, para fazer a análise da estrutura de requerimentos de poluentes, envolvendo emissões de gases CO₂ e poluição da água para o ano de 2000.

O trabalho de Morilla et al. (2005a) mostra a compatibilização dos dados para analisar os efeitos dos diferentes ramos de atividade na produção total da economia em detrimento do meio ambiente. Mais que isso, ele procura distinguir quais os setores com maior eficiência ambiental, ordenando, assim, os que geram maior crescimento econômico com o menor impacto ambiental possível.

Segundo esses autores, para mensurar a demanda de água, utilizaram informações sobre captação de água pela indústria bem como o tratamento de água para o consumo

²¹Técnicas estatísticas comparativas que utilizam dados agregados em nível setorial ou insumo-produto através de dados históricos de dois ou mais períodos.

humano. Com relação às emissões de CO₂, foram considerados os diversos tipos de gases poluentes como: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFC's e PFC's, deixando todos em função de seu percentual frente ao poder poluidor do CO₂. A geração de emissões contaminantes na atmosfera foi medida de forma direta e indireta como em outros trabalhos, mas aqui ainda se distinguiram as emissões geradas de forma induzida, o que traz uma novidade em relação aos demais trabalhos vistos anteriormente. Ao se considerar a forma induzida, tem-se a medida de como o aumento na demanda de certo bem provoca efeito em toda a economia e não apenas nos provedores de insumo desse bem.

Concluiu-se, nesse mesmo estudo que, ainda que alguns processos produtivos praticamente não contribuam diretamente com emissões contaminantes, fazem-no, relativamente, de forma indireta e induzida. Verificou-se, também, que não existe relação causal entre os setores de maior valor econômico, medido através da produção, com os que provocam maior deterioração do meio ambiente, medidos pelas emissões de gases e poluição das águas no processo produtivo. Segundo os autores, isso mostra a necessidade de a política pública dar essa maior atenção para aquelas atividades com reduzida eficiência econômico-ambiental.

Outro trabalho realizado na Espanha é o de Morilla et al. (2005b) que, utilizando-se, também, da denominada SAMEA, procurou medir a eficiência econômica e ambiental distinguindo quatro níveis, decompostos da seguinte forma:

- Efeito Característico: Provocado pelos processos de fabricação de cada bem ou serviço;
- Efeito Direto: Provocado pela expansão da produção de outras atividades que demandam insumos para o seu processo produtivo;
- Efeito Indireto: Produzido pelo aparato produtivo, derivado do próprio ciclo produtivo nas relações de consumo e demandas intermediárias entre os ramos de atividade;
- Efeito Induzido: É a geração de riqueza que supõe a produção sobre o fluxo circular de renda;

O estudo procurou, ainda, mensurar o índice de ligação para trás, que é interpretado, no trabalho, como um indicador de eficiência.

Conforme a estrutura apresentada na análise de decomposição, juntamente com o índice de ligação para trás de cada setor, permitiu-se observar como variam os efeitos de cada atividade durante todo o circuito econômico através dos efeitos característico, direto, indireto e induzido. Como no trabalho anterior, Morilla et al. (2005a), é desenvolvido todo o raciocínio a respeito da integração de dados físicos e econômicos para análise de eficiência

ambiental e, conseqüentemente, verificou-se também não existir relação causal entre as cadeias produtivas com maior eficiência econômica e as que provocam maior deterioração do meio ambiente.

Pode-se citar ainda o trabalho realizado na Espanha por Cardenete et al. (2007), que faz uma análise de intensidade de emissões de CO₂ em Andalucia, comunidade autônoma localizada no Sul da Espanha. Esse trabalho procurou descrever a demanda energética, utilizando os dados de 2000 para aquele país. A novidade nesse trabalho é que os pesquisadores procuraram diferenciar cenários de endogeneização de variáveis a partir do Modelo Aberto de Leontief que considera todos os componentes da demanda final como exógenos, até o modelo que considera o trabalho, o capital e o consumo privado como endógenos, juntamente com emissões originadas na cadeia produtiva. O mesmo mostrou que nas três primeiras posições de ineficiência ambiental estão: 1. Água e Gás; 2. Refino de Petróleo; 3. Eletricidade, o que, segundo os autores, mostra a interligação entre eles e a necessidade de se organizar políticas públicas que contemplem esses três setores.

Na mesma linha de pesquisa, o estudo de Morilla et al. (2007), que é mais recente, refaz todo o caminho teórico para justificar a utilização da SAMEA como ferramenta de análise de eficiência econômica para a Espanha, seguindo, assim, os mesmos passos descritos nos trabalhos anteriores, mas com maior detalhamento metodológico, chegando, é claro, à mesma conclusão sobre os setores de maior eficiência ambiental.

Com relação ao estudo realizado por Alcántara (2007), também na Espanha, para se verificar a quantidade de gases de efeito estufa lançados na atmosfera, que faz parte de um estudo mais amplo, inicialmente se procurou detalhar a metodologia já utilizada por Morilla et al. (2005a) mas com o objetivo de diferenciar as emissões de CO₂ dos setores por tipo de demanda final. A diferenciação entre os tipos de demanda final levou à seguinte ordenação decrescente: 1. Gastos residenciais e de instituições privadas sem fins lucrativos; 2. Exportação; 3. Formação Bruta de Capital; 4. Gasto público. Vale ressaltar que os gastos residenciais, sozinhos, ultrapassaram 43% da demanda total do país, o que mostra a importância de se verificar a distribuição por faixa de renda da população.

Um estudo realizado em Portugal, por Cruz et al. (2007), procurou distinguir resultados na emissão de CO₂ em dois níveis de demanda final: consumo das residências (verificando apenas a demanda direta) e atividades produtivas.

Com o instrumental insumo-produto foram consideradas apenas as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis, pois seu maior objetivo era determinar se o Protocolo de Kyoto poderia mudar a base de produção de Portugal para um país exportador,

pelo fato de outros países da União Europeia deixarem de demandar uma quantia muito alta de emissões de CO₂ internamente, transferindo esse ônus para a indústria portuguesa.

O trabalho de Roca et al. (2007) procurou verificar a variação de emissões de nove tipos de gases contribuintes para o efeito estufa através da análise de decomposição para o período 1995-2000, tendo como hipótese a Curva de Kuznets Ambiental²², segundo a qual, durante a primeira etapa do desenvolvimento econômico, as pressões ambientais crescem à medida que aumenta a renda *per capita* e, uma vez alcançado certo nível de renda, essas pressões diminuem conforme a renda continua crescendo.

Segundo os mesmos autores, o estudo revelou que a hipótese não se aplica a todos os tipos de gases estudados, pois, em alguns casos, ao se passar de certo nível de renda, conseqüentemente mudando-se os hábitos de consumo, também se altera a base de produtos e os tipos de gases emitidos na produção dos mesmos, não se observando, assim, o formato da Curva de Kuznets Ambiental, tendo mais de um formato para os diversos tipos de gases.

O Modelo de Insumo-Produto é uma ferramenta de análise pela qual se pode visualizar a relação dos setores entre si, verificando-se como a variação na demanda de um dado setor influi sobre toda a economia. A interdependência geral das relações entre os diversos setores de uma economia faz com que esse instrumental tenha caráter descritivo, representando como que uma foto da economia, podendo ser aplicado a diversos estudos relacionados à investigação das estruturas econômicas.

O caráter estático que caracteriza esse instrumental concede-lhe algumas críticas, mas, mesmo com essas críticas, o modelo insumo-produto ainda é ferramenta importante na análise de estruturas econômicas (GUILHOTO, 2001). Sendo assim, o Modelo Insumo-Produto será tomado como base teórica de análise no presente trabalho, considerando-se algumas adaptações que serão apresentadas no capítulo seguinte, juntamente com um breve histórico e linhas gerais do mesmo.

A escolha, para esse trabalho, do método de insumo-produto frente às demais possibilidades de se estudar a estrutura de emissões de CO₂ no Brasil se deu, principalmente, pela comodidade e praticidade em mensurar impactos de variações da demanda final em vários níveis de agregação, podendo, inclusive, diferenciar o consumo das famílias de acordo com o nível de rendimento das mesmas, tendo como solução os requerimentos de cada produto para satisfazer a demanda final de cada setor de uma economia de acordo com a classe de renda, tudo isso compatibilizando dados financeiros com dados físicos.

²²Indicador de sustentabilidade ambiental. Para mais detalhes ver Cohen (2005).

4 METODOLOGIA

O presente capítulo descreverá a metodologia adotada no presente estudo, bem como, descreverá o tratamento utilizado para estimar os níveis de emissões de CO₂ para três classes de renda e os demais componentes da demanda final nos anos de 1996 e 2003, através da estimativa das Matrizes de Insumo-Produto (MIP), utilizando-se dos dados fornecidos pelo IBGE.

4.1 A TEORIA DE INSUMO-PRODUTO

O Modelo de Insumo-Produto é uma ferramenta de análise na qual pode-se visualizar a relação dos setores entre si, verificando como a variação na demanda de um dado setor influi sobre toda a economia. Cada setor interage de forma direta com um número limitado de setores, porém, dado o fluxo circular da renda, todos os setores estão ligados direta ou indiretamente²³, pois enquanto alguns setores demandam insumos de outros, de forma direta, indiretamente a demanda final faz interagir os vários níveis de consumo intermediário. O Governo, permeando todo o sistema econômico, interage cobrando impostos e demandando infraestrutura, participando, assim, do fluxo monetário. A renda da economia, por sua vez, é gerada através da remuneração do trabalho, do capital e da terra, tendo em vista sua distribuição entre as classes de renda envolvidas no processo produtivo.

Esse modelo, desenvolvido por Leontief²⁴ pressupõe que variações no consumo final dos agentes econômicos são exógenas, sendo que o consumo final inclui o consumo das famílias. A evolução do instrumental insumo-produto está ligada ao problema do fluxo circular da renda assim como à distribuição entre os agentes envolvidos na economia (GUILHOTO, 2001, p. 2).

²³ A ligação direta entre os setores ocorre quando um setor adquire insumos diretamente de outro setor. Já a indireta ocorre quando a demanda por um dado insumo estimula a produção de outros setores que fornecem produtos para que esse insumo possa ser produzido.

²⁴ Wassily Leontief: Economista russo que viveu grande parte de sua vida nos EUA, onde continuou desenvolvendo o trabalho com a matriz insumo-produto, iniciado na Alemanha, que mostra o fluxo circular de uma economia, trabalho que lhe rendeu o Premio Nobel de Economia em 1973. Incentivou o uso de métodos quantitativos bem como colaborou para que dados quantitativos se tornassem mais acessíveis aos economistas.

O trabalho de Leontief tem suas raízes nos estudos de François Quesnay, que em seu *Tableau Economique* de 1758, descreveu as transações econômicas de forma analítica, e nos trabalhos de Léon Walras que, com seu modelo de equilíbrio geral, considerou a interdependência entre os vários setores produtivos da economia.

De acordo com Leontief:

A análise de Insumo-Produto é uma extensão prática da teoria clássica de interdependência geral que vê a economia total de uma região, país, ou mesmo do mundo todo, como um sistema simples, e parte para descrever e para interpretar a sua operação em termos de relações estruturais básicas observáveis (LEONTIEF, 1987 apud GUILHOTO, 2001, p. 2).

Essa interdependência geral das relações entre os diversos setores de uma economia é que faz com que o instrumental insumo-produto tenha um caráter descritivo e analítico, podendo ser aplicado a diversos estudos relacionados à investigação da estrutura de um sistema econômico, inclusive, para esse trabalho, na emissão de CO₂ (GUILHOTO, 2001, p. 2).

Uma crítica que surge é o caráter estático que, muitas vezes, é atribuído a essa abordagem. Contudo, há modelos dinâmicos de insumo-produto que incorporam uma teoria de investimento baseada nas expectativas futuras, com relação o aumento do nível de produção por conta da demanda atual por bens. Apesar de existir a possibilidade de utilização desse modelo dinâmico de insumo-produto, apresentam-se alguns problemas, um deles é que resultados do modelo quando extrapolados para um futuro distante nem sempre são consistentes (GUILHOTO, 2001, p. 18).

Mesmo com as críticas apresentadas, o modelo insumo-produto ainda é uma ferramenta importante na análise de estruturas econômicas. Nesse trabalho, sua utilização é referente à relação: classes de renda versus emissões de CO₂, em que é possível mensurar impactos indiretos na geração e eliminação de poluentes na utilização de recursos naturais, passando pela utilização de energia (GUILHOTO, 2001, p. 48).

[...] coeficientes de insumo-produto ‘baseados em valor’, muito além de refletirem somente as condições físicas de produção da indústria em questão, geralmente também dependem da distribuição doméstica da renda, dos preços mundiais, das tarifas de importação, e das condições físicas de produção em outras indústrias (e talvez em todas as outras indústrias) (STEEDMAN, 2000 apud GUILHOTO, 2001, p. 54).

Compondo dessa maneira, um modelo que envolve toda a estrutura econômica e, portanto, capaz de mensurar impactos de variações da demanda em vários níveis de agregação, podendo assim, indicar falhas e gargalos. Em sua estrutura, a MIP apresenta a

relação intersetorial entre as diversas atividades, o destino da produção para demanda intermediária, demanda final e valor adicionado resultante do processo produtivo, consistindo de um conjunto de n equações e m incógnitas que pode ser resolvido utilizando-se a inversão de matrizes. Sua solução fornece os requerimentos de cada produto para satisfazer a demanda final de cada setor de uma economia, sendo, assim, uma solução de equilíbrio geral (CASIMIRO FILHO, 2002).

O modelo de insumo-produto pode ser derivado, como é feito comumente no Brasil, das denominadas tabelas de recurso e uso, fornecidas pelo IBGE. Essas tabelas organizam, de maneira resumida, as informações econômicas do país, como produção, consumo intermediário, salários e encargos sociais, gastos do governo, entre outras.

Atualmente, existem dois modelos principais de insumo-produto: o Modelo Aberto e o Modelo Fechado. No primeiro modelo, considera-se como exógenos o consumo do governo, exportações, formação bruta de capital fixo e consumo das famílias, sendo esses quatro componentes denominados de demanda final. O segundo modelo considera endógeno o consumo das famílias, tendo assim o deslocamento para o processo produtivo e recebendo o nome de Modelo Fechado em relação à família, isto é, o consumo de bens e serviços das famílias é determinado endogenamente ao sistema. Nesse estudo, serão utilizadas os dois modelos, sendo assim, nos subitens seguintes são apresentadas essas duas maneira de abordar o modelo de insumo-produto e, no caso do Modelo Fechado é explicitada a subdivisão em três classes de renda para tornar viável a análise a qual se propõe esse trabalho.

4.1.1 O Modelo Aberto de Leontief

Como citado anteriormente, um setor da economia depende da inter-relação com os demais setores e necessita adquirir insumos desses e dele próprio. Considerando um setor j , nas colunas da tabela insumo-produto, pode-se verificar as aquisições de insumos intermediários produzidos pelo próprio setor e por todos os demais setores, que são utilizados para a produção do setor j .

A Figura 13 mostra as relações básicas do modelo de insumo-produto. Na demanda intermediária, são apresentadas as compras e vendas entre os setores na economia. A demanda final pode ser destinada ao consumo das famílias, à formação bruta de capital fixo, às demandas do governo e exportações. Além da aquisição dos insumos, o processo produtivo

deve também fazer o pagamento dos impostos, a importação de alguns produtos (em determinados setores), possibilitar a geração de valor adicionado e remunerar os empregados.

Setores		Consumidores (j)							Produção Total
		Demanda Intermediária			Demanda Final (Y _i)				
		Setor 1	Setor 2	Setor 3	I	E	G	C	
Vendedores (i)	Setor 1	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₁₃	I ₁	E ₁	G ₁	C ₁	X ₁
	Setor 2	Z ₂₁	Z ₂₂	Z ₂₃	I ₂	E ₂	G ₂	C ₂	X ₂
	Setor 3	Z ₃₁	Z ₃₂	Z ₃₃	I ₃	E ₃	G ₃	C ₃	X ₃
Importações		M ₁	M ₂	M ₃	M _I	M _E	M _G	M _C	
Tributos		T ₁	T ₂	T ₃	T _M	T _E	T _G	T _C	
Valor Adicionado		W ₁	W ₂	W ₃					
Produção Total		X ₁	X ₂	X ₃					

Figura 13 – Ralações básicas da Matriz Insumo-Produto.

Fonte: Miller e Blair (1985).

Em que:

Z_{ij} é o fluxo monetário entre os setores i e j ;

I_i é a demanda por bens de investimento produzidos no setor i ;

E_i é o total exportado pelo setor i ;

G_i é o gasto do governo junto ao setor i ;

C_i é o consumo das famílias dos produtos do setor i ;

X_i é o total de produção do setor i ;

T_i é o total de impostos indiretos líquidos pagos por i ;

M_i é a importação realizada pelo setor i ;

W_i é o valor adicionado gerado pelo setor i ;

Y_i é a demanda final.

Os movimentos financeiros especificados na Figura 13 podem ser visualizados pelo vetor-linha X_i , representando a distribuição do produto de um dado setor, dos demais e dos vários componentes da demanda final, e pelo vetor-coluna X_j , que representa a distribuição dos insumos à todos os setores da economia, bem como a despesa com produtos importados e com os componentes do valor adicionado do setor. Dada a hipótese de o sistema estar em equilíbrio, tem-se que $X_i = X_j$, por isso, para se trabalhar com o sistema de equações lineares, será considerada a relação encontrada no vetor-linha, como segue:

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + z_{i3} + I_i + E_i + G_i + C_i \quad (01)$$

$$Y_i = I_i + E_i + G_i + C_i \quad (02)$$

$$X_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + Y_i \quad (03)$$

Para representar o fluxo de produtos entre os n setores de uma economia têm-se:

$$X_1 = z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1n} + Y_1$$

$$X_2 = z_{21} + z_{22} + \dots + z_{2n} + Y_2$$

⋮

$$X_n = z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nn} + Y_n \quad (04)$$

Considerando que o setor j utilize uma quantidade diretamente proporcional do setor i para a sua produção (z_{ij}), tem-se o coeficiente técnico de produção (a_{ij}), que admite-se como fixo, pois o modelo de insumo produto pressupõe retornos constantes de escala, assim obtém-se as relações abaixo:

$$z_{ij} = a_{ij}.X_j \quad \text{ou} \quad a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (05)$$

Agora, substituindo a equação (05) na equação (04), tem-se as equações simultâneas com os coeficientes técnicos de produção como parâmetro, como segue:

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11}.X_1 + a_{12}.X_2 + \dots + a_{1n}.X_n + Y_1 \\ X_2 &= a_{21}.X_1 + a_{22}.X_2 + \dots + a_{2n}.X_n + Y_2 \\ &\vdots \\ X_n &= a_{n1}.X_1 + a_{n2}.X_2 + \dots + a_{nn}.X_n + Y_n \end{aligned} \quad (06)$$

Isolando Y_i e colocando X_i em evidência, tem-se:

$$\begin{aligned} (1 - a_{11}).X_1 - a_{12}.X_2 - \dots - a_{1n}.X_n &= Y_1 \\ -a_{21}.X_1 + (1 - a_{22}).X_2 - \dots - a_{2n}.X_n &= Y_2 \\ &\vdots \\ -a_{n1}.X_1 - a_{n2}.X_2 - \dots + (1 - a_{nn}).X_n &= Y_n \end{aligned} \quad (07)$$

Assim, pode-se escrever esse sistema na forma vetorial, como segue:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ii} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{ni} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (07a)$$

Em que:

$A = [a_{ij}]_{n \times n}$ é a matriz dos coeficientes técnicos;

$X = [x_{ij}]_{n \times 1}$ é o vetor do valor bruto de produção;

$Y = [y_{ij}]_{n \times 1}$ é o vetor da demanda final.

A matriz A descreve, em cada uma de suas colunas, a estrutura tecnológica do setor j correspondente, pois os coeficientes técnicos de produção a_{ij} , como mencionado anteriormente, indicam a quantidade fixa de insumo i para se obter uma unidade do produto j , sendo que $a_{ij} < 1$ e $(1 - a_{ij}) > 0$.

Com a notação matricial e considerando a matriz identidade $I_{n \times n}$, as equações descritas acima podem ser expressas como segue:

$$X = AX + Y \quad (08)$$

$$X - AX = Y \quad (09)$$

$$(I - A)X = Y \quad (10)$$

Agora, se $|I - A| \neq 0 \Rightarrow$ existe $(I - A)^{-1}$, e a solução única do sistema que representa a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final, ou seja:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (11)$$

$$X = BY \quad (12)$$

Onde $B = (I - A)^{-1}$ é a chamada Matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou Matriz Inversa de Leontief. Cada elemento b_{ij} dessa matriz pode ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Finalmente, vale ressaltar que $b_{ij} > a_{ij}$, pois a matriz tecnológica a_{ij} representa o efeito direto sobre a produção do setor i para atender a uma unidade monetária de demanda final do setor j , enquanto b_{ij} indica os efeitos diretos e indiretos. Ainda, os pressupostos fundamentais no modelo são:

- 1 - Inexistência de ilusão monetária por parte dos agentes econômicos;
- 2 - Retornos constantes de escala, que possibilitam tratar o sistema como linear e homogêneo;
- 3 - Proporções fixas;
- 4 - Preços constantes;
- 5 - Mudanças tecnológicas ocorrem lentamente;
- 6 - Equilíbrio geral da economia a um dado nível de preços;

O modelo apresentado até aqui considera o consumo das famílias como exógeno, contudo, a hipótese de que todos os componentes da demanda final são exógenos, sobretudo o consumo das famílias, não se mostra condizente com a teoria econômica, pois as remunerações recebidas pela venda de seu insumo (trabalho) são revertidas para novas aquisições de produtos (PORSSE, 2002, p. 10).

Sendo assim, convêm endogeneizar o consumo das famílias, transformando-o em um “setor” famílias, construindo, portando, o modelo fechado que será apresenta na seqüência.

4.1.2 O Modelo Fechado em relação às famílias

Quando as remunerações recebidas pelas famílias são revertidas para novas aquisições de produtos, tem-se um círculo completo no sistema econômico. Esse círculo está representado na Figura 14, que mostra que um choque de demanda, com origem no consumo das famílias, estimula a produção, o emprego e a renda da economia. Dada a propensão marginal a consumir, uma parcela da renda, que é destinada às famílias, gera nova onda de estímulos sobre a atividade econômica.

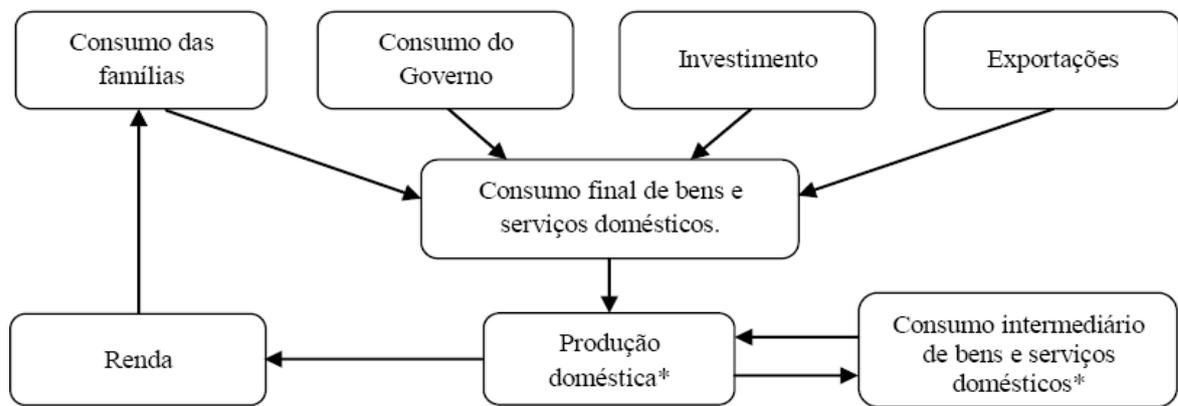


Figura 14 – Fluxograma concebido com base no modelo apresentado por Porsse (2002, p. 10).
* Esses termos são utilizados para designar a produção interna brasileira.

Para se endogeneizar o consumo das famílias é necessário, também, endogeneizar a renda (remuneração e rendimento de autônomos). Faz-se isso ao “transportar” a renda das famílias para dentro da matriz de produção (A), tendo-se assim uma nova linha e uma nova coluna, deixando a nova matriz com dimensões $(n+1) \times (n+1)$.

Segundo Miller e Blair (1985, p. 26), os mesmos passos para a estruturação do modelo aberto podem ser seguidos no modelo fechado em relação às famílias, levando-se em conta que os coeficientes técnicos do setor $(n+1)$, setor família, será o “coeficiente de consumo do setor família”.

Na forma matricial, o novo conjunto de equações pode ser expressado da seguinte forma:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} A & H_c \\ H_r & 0 \end{bmatrix} \quad \bar{X} = \begin{bmatrix} X \\ X_{n+1} \end{bmatrix} \quad \bar{Y} = \begin{bmatrix} Y^* \\ Y_{n+1}^* \end{bmatrix} \quad (13)$$

Em que:

$\bar{A} = [a_{ij}]_{(n+1) \times (n+1)}$ é a matriz dos coeficientes técnicos com o setor família endogeneizado;

$H_c = [(h_c)_{ij}]_{(n+1) \times 1}$ é o vetor dos coeficientes de consumo dos n setores iniciais;

$H_r = [(h_c)_{ij}]_{1 \times (n+1)}$ é o vetor dos coeficientes de renda dos n setores iniciais;

$\bar{X} = [\bar{x}_{ij}]_{(n+1) \times 1}$ é o novo vetor do valor bruto de produção;

$\bar{Y} = [\bar{y}_{ij}]_{(n+1) \times 1}$ é o novo vetor da demanda final sem o consumo das famílias;

$Y^* = [Y^*_{ij}]_{n \times 1}$ é a demanda final com o consumo endógeno das famílias, considerando os n setores iniciais.

Dessa forma, o sistema de Leontief é representado como:

$$\bar{X} = (I - \bar{A})^{-1} \bar{Y} \quad (14)$$

$$\bar{X} = \bar{B} \bar{Y} \quad (15)$$

Em que $\bar{B} = (I - \bar{A})^{-1}$ é a matriz de coeficientes diretos, indiretos e induzidos (ou efeito renda), sendo que cada elemento \bar{b}_{ij} dessa matriz pode ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j após todas as interações dentro do sistema econômico, permanecendo todos os pressupostos do modelo aberto.

Segundo Guilhoto (1995 apud CASIMIRO FILHO, 2002, p. 53) o instrumental de insumo-produto pode ser considerado um dos melhores instrumentos para analisar as relações intersetoriais de uma economia. Por isso mesmo, vem sendo utilizado para estudar vários problemas enfrentados pela sociedade, tais como análises estruturais e de impacto; construção e atualização de matrizes; matrizes de contabilidade social; modelos econométricos de insumo-produto; modelos aplicados de equilíbrio geral; bem como problemas de meio ambiente e distribuição de renda.

4.1.3 Matriz Insumo-Produto – MIP

Para se utilizar o Modelo de Insumo-Produto descrito nos subitens anteriores, faz-se necessário estimar da MIP. Isso pode ser feito a partir de dados contidos nas matrizes de Produção (V) e Uso (U) nacional, fornecidas pelo IBGE. Essa matrizes sintetizam as relações existentes entre os setores, mostrando os fluxos do que cada setor produz e consome em uma economia.



Figura 15 – Forma de apresentação da Matriz de Produção.

Fonte: Adaptado dos dados do IBGE (2003b).

A Matriz de Produção $V = [v_{ij}]_{n \times m}$, conforme apresentado na Figura 15, mostra quanto cada um dos n setores produz de cada um dos m bens e serviços, isto é, em cada coluna apresenta-se a informação de quais setores produzem um determinado produto.

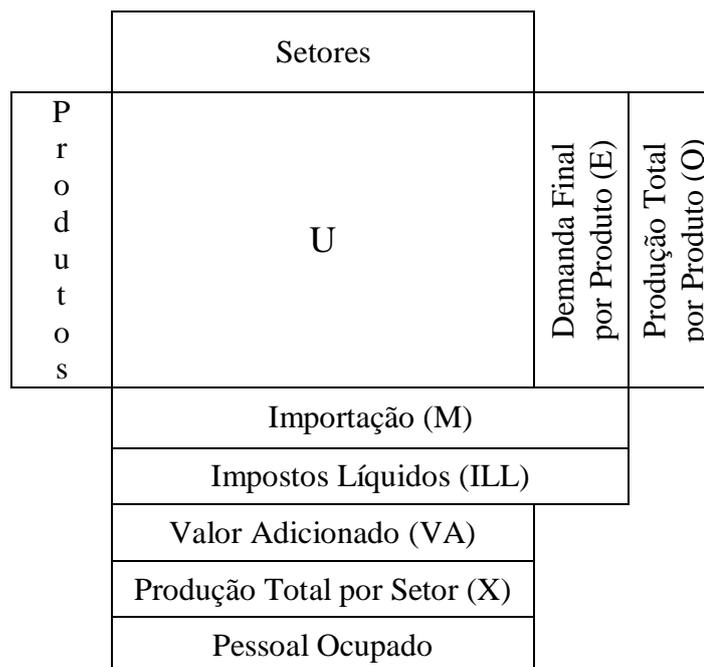


Figura 16 – Forma de apresentação da Matriz de Uso.

Fonte: Adaptado dos dados do IBGE (2003b).

A Figura 16 apresenta a Matriz de Uso $U = [u_{ij}]_{m \times n}$, que mostra os m produtos (bens e serviços) que cada um dos n setores utiliza em seu processo produtivo. Na linha, observam-se os produtos oferecidos para cada setor, e na coluna a demanda de cada setor.

Conforme Miller e Blair (1985, p. 163), a Matriz de Proporções (B)²⁵ é construída dividindo-se cada elemento da Matriz de Uso (U) pelo vetor da Produção Total por Setor (X), matematicamente:

$$B = U(\hat{X})^{-1} \quad (16)$$

O vetor X foi diagonalizado, como indicado pelo símbolo “ $\hat{}$ ”. Os elementos b_{ij} da matriz B indicam a quantidade do produto i necessária para produzir uma unidade monetária do produto j .

Agora, tomando a Matriz de Produção chega-se à chamada Matriz *Market-Share* ou Matriz Cota de Mercado (D), dividindo-se cada um de seus elementos pelo vetor de Produção Total por Produto:

$$D = V(\hat{Q})^{-1} \quad (17)$$

Os elementos da matriz D mostram o total da produção do produto i produzido pelo setor j , fazendo com que o modelo insumo produto adotado seja o da Tecnologia Baseada na Indústria com o enfoque setor x setor, pois, dado um produto, ele é fabricado por várias indústrias e a participação da indústria no mercado não se altera. Há outras formas de considerar o modelo: setor x produto, produto x setor e produto x produto, contudo a mais utilizada é a adotada nesse trabalho, pois dessa forma, usando as matrizes de Uso e Produção, pode-se chegar à matriz mais próxima possível da Matriz de Leontief (ISTAKE, 2003, p. 95).

Segundo Miller e Blair (1985, p. 168), através do conjunto de equações abaixo deriva-se a relação entre o Demanda Final Setorial, Y , a partir da demanda final por produtos, e também à Inversa de Leontief, A , (ou Matriz dos Coeficientes Técnicos):

$$X = D(I - B.D)^{-1}E$$

$$D^{-1}X = (I - BD)^{-1}E$$

$$(I - BD)D^{-1}X = E$$

$$(D^{-1} - B)X = E$$

$$D(D^{-1} - B)X = DE$$

$$(I - DB)X = DE$$

$$X = (I - DB)^{-1}DE$$

²⁵Essa matriz B , aqui apresentada, não é a Inversa de Leontief definida anteriormente Portanto será, diferenciada, nas equações seguintes, em itálico.

Definindo $A = DB$ e $Y = DE$, chega-se à:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (18)$$

Com citado anteriormente, a equação (18) é a equação básica do Modelo de Leontief, onde A representa a Matriz de Coeficientes Técnicos e $(I - A)^{-1}$ representa a Matriz Inversa de Leontief.

4.1.4 O Modelo Fechado desagregado em três níveis de renda

Segundo Wachsmann (2005, p. 171) os fatores de maior contribuição ao crescimento da demanda energética entre 1970-96 foram o crescimento da renda e o crescimento populacional. De acordo com Guilhoto (2006, p. 1), levando-se em conta que o Brasil apresenta um dos piores quadros de distribuição de renda no mundo, onde o índice de GINI chega a 0,60, analisar a estrutura da demanda energética a partir de níveis de renda se torna necessário, dado que o aumento de renda, juntamente com sua melhor distribuição, pode-se obter duas tendências.

Por um lado, a maior aquisição de bens e serviços, como eletrodomésticos, causará um aumento do consumo energético. Por outro lado, os consumidores terão a possibilidade de trocar, por exemplo, seus eletrodomésticos já existentes, porém antigos, e por isso mesmo, ineficientes, por equipamentos de uso final de maior eficiência energética, o que levará a uma diminuição do consumo de energia, não pela diminuição do consumo em si, mas pela diferenciação com relação à demanda energética gerada por essa nova geração de equipamentos.

O trabalho de Moraes (2007) também apontou a necessidade de se estudar o setor residencial pois, para o período de 1990-2003, o estudo mostrou que o consumo das famílias diminuiu a demanda de energia, possivelmente, se direcionando ao consumo de produtos menos intensivos em energia, colaborando, assim, com os indicativos de Wachsmann (2005).

Os subitens anteriores expuseram o Modelo de Insumo-Produto bem como o método de endogeneização do consumo das famílias. Mas, para alcançar os objetivos desse trabalho, é necessária a desagregação do “setor” família em três níveis de renda. Isso pode ser feito através das informações contidas na Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) e na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), ambas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A POF fornece informações sobre a composição orçamentária doméstica,

a partir da investigação dos hábitos de consumo, da alocação de gastos e da distribuição dos rendimentos, segundo as características dos domicílios e das pessoas, e a PNAD diversas informações sócio-econômicas tais como as características gerais da população, educação, trabalho, rendimento e habitação, entre outras.

Através da POF são estimados os vetores de consumo das famílias de acordo com os 80 produtos e conforme três classes de renda familiar, podendo assim desagregar o consumo de acordo com os bens adquiridos por essas três faixas de renda, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Classes de rendimento familiar, Brasil, 2003.

CLASSES	Rendimentos	
	Reais Mensais	Salários Mínimos
Baixa	Até 600*	Até 3*
Média	de 600 a 2000	de 3 a 10
Alta	Acima de 2000	Acima de 10

Fonte: Elaboração própria.

* Inclusive sem rendimentos.

Visando a melhor compreensão dos procedimentos adotados na manipulação dos micro-dados da POF, seguem alguns dos conceitos utilizados:

- Período de referência: Ano base, variando de acordo com cada ano da pesquisa;
- Domicílio: Unidade amostral da pesquisa;
- Unidade de Consumo: Unidade básica de investigação e análise dos orçamentos;
- Pessoa Moradora: Pessoa que tinha o domicílio como residência principal;
- Despesas de consumo²⁶: Pagamento realizado à vista ou a prazo, em dinheiro, cheque ou com utilização de cartão de crédito;
- Rendimento: É todo e qualquer ganho monetário recebido durante o período de referência de 12 meses anteriores à data de realização da coleta das informações.

Por trabalhar com a POF de dois períodos diferentes (1995/96 e 2002/03) a forma de apresentação dos dados pelo IBGE evoluiu e, portanto, é diferente em cada pesquisa.

Os micro-dados relativos à POF de 1995/96 apresentam a seguinte organização: Estão dispostas em 11 arquivos de acordo com a região metropolitana da amostra e, há ainda, uma subdivisão em 12 tipos de registros:

- 1 - Domicílios;
- 2 - Moradores;
- 3 - Despesas de 90 dias (família);

²⁶Para o ano de 2003 a POF adotou duas modalidades de despesas, as monetárias e as não-monetárias. Porém, dada a abrangência do trabalho – 1996 e 2003 – serão adotadas apenas as despesas monetárias como despesas de consumo.

- 4 - Despesas de 6 meses (família);
- 5 - Inventário de Bens Duráveis;
- 6 - Outras despesas (família);
- 7 - Despesas com serviços domésticos;
- 8 - Caderneta de despesas (alimentos, limpeza e higiene);
- 9 - Despesas individuais;
- 10 - Despesas com veículos;
- 11 - Rendimentos e deduções individuais;
- 12 - Outros recebimentos e movimentações financeiras individuais.

Já os micro-dados relativos à POF 2002/03 estão distribuídos em 13 arquivos, contendo, em cada um, informações pertinentes a todas as regiões metropolitanas envolvidas na pesquisa:

- 1 - Características dos Domicílios;
- 2 - Características dos Moradores;
- 3 - Condições de vida (questões subjetivas sobre qualidade de vida);
- 4 - Inventário de Bens Duráveis;
- 5 - Despesas de 90 dias (família);
- 6 - Despesas de 12 meses (família);
- 7 - Outras despesas (família);
- 8 - Despesas com serviços domésticos;
- 9 - Caderneta de despesas (alimentos, limpeza e higiene);
- 10 - Despesas individuais;
- 11 - Despesas com veículos;
- 12 - Rendimentos e deduções individuais;
- 13 - Outros recebimentos e movimentações financeiras individuais.

Para a montagem dos vetores de consumo das famílias foi necessária a tabulação de todos os dados, pois as informações pertinentes ao trabalho se encontram separadas em vários arquivos. Independente do ano da pesquisa, os passos a seguir garantem a extração correta dos dados necessários.

Após a tabulação, a etapa seguinte é a identificação dos domicílios através da variável de controle. Esse procedimento garante que os dados sobre gastos e rendimentos das unidades de consumo (pessoas) sejam preservados quanto à sua alocação dentro do seu respectivo domicílio.

Contudo, os registros de despesas da POF apresentam periodicidade variada sendo, em alguns casos mensais, trimestrais, semestrais e anuais. Dessa forma, para evitar problemas de sub ou superestimação, os valores das despesas foram anualizados.

Em seguida à identificação dos domicílios e pessoas, de acordo com o banco de dados iniciais, foram criados sete vetores de consumo de bens e serviços, bem como do vetor de rendimentos. A etapa seguinte é a agregação desses sete vetores em apenas um banco de dados atrelado ao domicílio, tendo assim, apenas um vetor de despesas totais, independente de sua origem.

A próxima etapa, a mais trabalhosa, consistiu em compatibilizar as centenas de tipos de despesas contidas na POF com os 80 tipos de produtos considerados pelo IBGE na construção das matrizes de Recurso e Uso²⁷.

Contudo, em alguns casos, como o de produtos têxteis (Fios Têxteis Naturais, Tecidos Naturais, Fios Têxteis Artificiais, Tecidos Artificiais e Outros Produtos Têxteis) não é possível distribuir de maneira realista as despesas da POF. Por isso, esses produtos foram considerados como pertencendo a um único setor e, posteriormente, o índice gerado nesse setor será o mesmo para todos os seus componentes. Outro problema que surgiu, é o caso de produtos que não são verificados na POF, mas, apresentam consumo das famílias na Matriz de Uso. Nesses casos foi adotado o índice de outros setores²⁸.

Através da identificação dos domicílios, identificou-se a faixa de renda de cada um dos domicílios e, a partir disso, criam-se três novos vetores de despesas divididos de acordo com a faixa de renda familiar.

Finalmente, em cada um dos três últimos vetores citados acima, somou-se os valores referentes aos gastos totais de cada produto e chegou-se a três novos vetores, cada um de uma classe de renda, onde se tem o valor gasto com os 80 produtos verificados na Matriz de Uso. Através desses vetores estimou-se a proporção dos gastos em cada faixa de renda com relação ao consumo das famílias indicado na Matriz de Uso criando, assim, índices para distribuir, conforme suas proporções, o consumo das famílias. Portanto, com esses procedimentos, obteve-se não mais uma coluna de consumo das famílias, mas três, conforme sua classe de renda.

Através da PNAD foram estimados os vetores de renda das famílias (remuneração e rendimento de autônomos) de acordo com os 42 setores e conforme as três classes de renda

²⁷Cf. ANEXO A.

²⁸Cf. ANEXO B.

familiar citados anteriormente, pois os micro-dados da PNAD trazem informações sobre o número de pessoas ocupadas e seus rendimentos, por setor.

Para se trabalhar com esses micro-dados foi necessário realizar a leitura e tabulação dos dados que são registrados em dois tipos de arquivos, sendo um para as variáveis de domicílio e outro para as variáveis de pessoas. Nesse trabalho foram necessárias apenas as informações sobre pessoas. A apresentação dos micro-dados é a mesma para todo o período escolhido nesse trabalho, mas, algumas modificações foram verificadas. Tais modificações se resumem a inclusão de novas atividades, o que não diferencia a tabulação, pois as variáveis pertinentes são as mesmas, sem sofrer variação.

A exemplo do procedimento adotado para descrição dos passos de extração dos dados da POF, também são apresentados, abaixo, alguns conceitos utilizados na manipulação dos dados da PNAD:

- Período de referência: Semana base, variando de acordo com cada ano da pesquisa. Cabe salientar que a periodicidade de pesquisas da PNAD é anual;
- Domicílio: Local de moradia estruturalmente separado e independente, constituído por um ou mais cômodos;
- Família: Conjunto de pessoas ligadas por laços de parentesco, dependência doméstica ou normas de convivência, que residissem na mesma unidade domiciliar e, também, a pessoa que morasse só em uma unidade domiciliar;
- Trabalho: É separada em três tipos:
 - Trabalho remunerado: Em dinheiro, produtos, mercadorias ou benefícios (moradia, alimentação, roupas, etc.) na produção de bens e serviços ou ainda, no serviço doméstico.
 - Trabalho não remunerado: Ocupação sem remuneração na produção de bens e serviços, desenvolvida durante pelo menos uma hora na semana como aprendiz ou em ajuda a membro da unidade domiciliar, instituição religiosa, beneficente, etc.
 - Trabalho na produção para o próprio consumo ou na construção para o próprio uso durante pelo menos uma hora na semana – na produção de bens, do ramo que compreende atividades agrícolas, pecuária, extração vegetal, pesca, etc.
- Trabalho único ou principal: Considera-se o único trabalho que a pessoa teve no período da pesquisa, ou ainda, se a pessoa teve mais de um trabalho, obedece-se o segundo critério: 1. Trabalho no qual teve maior tempo de permanência durante o período da

pesquisa; 2. Trabalho remunerado em que a pessoa dedicava o maior número de horas; 3. Trabalho que normalmente proporcionava maior rendimento.

- Atividade principal do empreendimento: Atividade desenvolvida no trabalho principal por pessoas de 10 ou mais anos.
- Rendimento mensal do trabalho: A remuneração bruta mensal a que normalmente o trabalhador teria direito ou, quando o rendimento era variável, a remuneração média mensal, referente ao mês de referência

Após a tabulação dos dados, a próxima etapa foi compatibilizar as várias atividades da PNAD com os setores da MIP. Para isso, tomou-se a variável da atividade principal do empreendimento do trabalho único ou principal, que o morador de 10 anos ou mais tinha no período de referência. Considerando-se que alguns setores que estão separados na MIP encontram-se agregados na PNAD e, dada a não possibilidade prática de desagregação desses dados foi necessária a agregação dos 42 setores da MIP em 31 (ISTAKE, 2003, p. 98). A compatibilização das atividades da PNAD com os setores da MIP, bem como a agregação em 31 setores encontra-se no ANEXO C.

Após compatibilizar os dados, tem-se 31 vetores que indicam os setores a que cada trabalhador está vinculado. A partir da variável rendimento mensal do trabalho, identificou-se a faixa de renda de cada trabalhador, dividindo o rendimento de cada setor em três faixas de renda.

Somando-se os valores de cada faixa de renda em cada um dos setores, criou-se três vetores de rendimento de cada setor. Através desses vetores estimou-se a proporção dos rendimentos em cada faixa de renda com relação as 31 atividades agregadas, criando portanto, índices para distribuir, conforme suas proporções, a renda das famílias.

Concluídas a desagregação do consumo e da renda das famílias, foi possível estimar a MIP do Modelo Fechado em relação às famílias com desagregação em três níveis de renda.

4.2 CONCILIAÇÃO DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO COM DADOS ENERGÉTICOS

Na seção 4.1 foi apresentada a teoria de insumo-produto necessária para mensurar o impacto de três classes de renda na economia. Nessa seção, tem-se o objetivo principal de apresentar o método de conciliação do modelo insumo-produto com os dados energéticos adotados nesse trabalho.

A utilização de modelos de insumo-produto em problemas de meio ambiente, como poluição e utilização de recursos naturais, é umas das aplicações que vem crescendo em importância nos últimos anos. Este aumento da utilização do instrumental de insumo-produto nos problemas ambientais se deve, por um lado, ao aumento da conscientização da importância das questões ambientais, e, por outro, pelo fato do instrumental de insumo-produto ser o mais indicado para a mensuração dos impactos indiretos na geração e eliminação de poluição e na utilização de recursos naturais, passando pela geração e utilização de energia (GUILHOTO, 2001, p. 48).

Nesse contexto, a idéia de trabalhar com informações monetárias e físicas em modelos insumo-produto teve alguns de seus precedentes em Isard et al. (1968) e Ayres e Kneese (1969), mas somente em 1972, Leontief e Ford implementaram um trabalho relacionando o problema da poluição atmosférica à estrutura econômica (GUILHOTO, 2001, p. 9).

Segundo Wachsmann (2005, p. 114) a conciliação dos dados energéticos com o modelo insumo-produto, que possibilita medir a eficiência ambiental, pode ser feita de duas maneiras: através do modelo de unidades híbridas ou do modelo de coeficientes diretos (ou modelo de fator de intensidade).

No modelo de unidades híbridas, os fluxos energéticos nas linhas e colunas das matrizes de produção e de uso, expressos em valores monetários, são substituídos por fluxos físicos de energia.

Essa matriz híbrida teve em 2003 através do *System Environmental and Economic Accounting* (SEEA), desenvolvido pelo chamado Grupo de Londres sobre Contabilidade Ambiental²⁹, um impulso significativo, pois sendo adotada por países, como a Espanha, serviu como base sistemática para a contabilização de fluxos físicos ambientais com fluxos monetários associados as atividades e setores de produção e consumo. Dessa forma, juntamente com as recomendações do Sistema de Contas Nacional (SCN) das Organizações das Nações Unidas (ONU), tornou-se viável a elaboração da *Social Accounting Matrix and Environmental Accounts* (SAMEA). A partir dessa ferramenta, pode-se citar os trabalhos de Alcántara (2003) sobre a contaminação atmosférica através de gases do efeito estufa, Alcántara (2007) e Morilla et al. (2004) que estudaram, especificamente, as emissões de CO₂.

Contudo, esse sistema não está disponível nacionalmente, sendo utilizado sobretudo na Europa. Para a construção desse sistema no Brasil seria necessária uma grande quantidade de informações físicas sobre os diferentes consumos energéticos através dos setores de produção, variando de acordo com as unidades de cada setor, e mesmo assim, seria preciso

²⁹Grupo de discussão sobre a contabilidade do meio ambiente, formado em 1994 por representantes da: Alemanha, Austrália, Canadá, Dinamarca, E.U.A, Finlândia, Itália, Japão, entre outros países, em colaboração com a Divisão de Estatística das Nações Unidas, Banco Mundial e outras organizações mundiais.

compatibilizar os valores monetários dos setores das tabelas de Recurso e Uso com os fluxos energéticos em unidades físicas do Balanço Energético Nacional (BEN).

Já no modelo de coeficientes diretos, a demanda de energia é considerada sem fazer o uso das matrizes de Recurso e Uso, criando uma matriz separada, que representa os fluxos energéticos em unidades físicas de cada fonte energética (como insumos) dos setores produtivos e da demanda final. Assim, a matriz de valores energéticos exerce a função da matriz de uso, fornecendo a quantidade de produtos energéticos necessários nos processos de produção e na demanda final.

Dado o exposto acima e visando a comodidade no tratamento dos dados, esse trabalho fez a conciliação do modelo de insumo-produto com os dados energéticos através do modelo de coeficientes diretos. Esse modelo, de forma simplificada, considera que mudanças nos níveis de emissão de poluentes seguem uma função linear do crescimento econômico. Desse modo, as emissões setoriais de CO₂ são facilmente modeladas de acordo com as estrutura de produção, isto é, o consumo energético total (poluição gerada pela demanda energética) do setor j (p_j) é função da produção total do setor j (x_j):

$$p_j = c_j x_j \quad (19)$$

O elemento c_j do vetor $C = [c_{ij}]_{1 \times n}$ é o coeficiente de poluição, ou seja, a quantidade de CO₂ necessária para gerar uma unidade monetária do setor j . Da forma que foi definida, a equação (19) estima os denominados coeficientes diretos. O vetor de produção total foi diagonalizado, nesse caso, por conveniência, para se representar a equação (19) matricialmente:

$$P = C \hat{X} \quad (20)$$

$$C = P(\hat{X})^{-1} \quad (21)$$

Em que:

$\hat{X} = [\hat{x}_{ij}]_{n \times n}$ é o vetor de produção total X diagonalizado.

$C = [c_{ij}]_{1 \times n}$ contém os coeficientes diretos de emissão de CO₂ do setor j ;

$P = [p_{ij}]_{1 \times n}$ são as emissões totais de CO₂ por setor j ;

Obtidos os coeficientes diretos, a partir das informações sobre emissões de poluentes e da produção total, a equação (20) pode ser escrita de forma alternativa:

$$P' = \hat{C} X \quad (22)$$

Nesse caso, o vetor C é diagonalizado, permanecendo X em seu formato original, e o vetor P , como indica o símbolo “ ’ ”, é transposto.

Agora, tomando a equação (11), $X = (I - A)^{-1}Y$, que mostra o produto total em função da demanda final e, conseqüentemente, de seus componentes (investimento, exportações, gastos do governo e consumo das famílias), onde $(I - A)^{-1}$ é a matriz inversa de Leontief e A é a matriz dos coeficientes técnicos diretos, pode-se representar as emissões de CO₂ geradas por todas as atividades produtivas, como segue:

$$P' = \hat{C} (I - A)^{-1}Y \quad (23)$$

O modelo, até aqui apresentado, é similar ao adotado no trabalho de Alcántara (2007) que procurou diferenciar a demanda na emissão de CO₂ na atmosfera por componente da demanda final. Contudo, o passo seguinte, adotado por Alcántara, foi decompor a demanda final (Y) em vetores de seus componentes H_k ($k =$ lares (consumo das famílias), formação bruta de capital (investimento), gasto público (gastos do governo) e exportações) e, através da substituição de Y por H_k na equação (23), obter as emissões totais de CO₂ do setor i geradas a partir do componente k da demanda final.

$$P_k' = \hat{C} (I - A)^{-1}H_k \quad (24)$$

Para os objetivos do presente trabalho, a demanda final ainda tem o consumo das famílias desagregado em três níveis de renda. Apesar de ser eficaz na comparação das contribuições totais nas emissões de CO₂ de cada elemento da demanda final e dos níveis de renda, falta o mecanismo de comparação do efeito multiplicador desses elementos.

$$M^{DI} = \hat{C} (I - A)^{-1} \quad (25)$$

O operador linear M^{DI} converte um aumento da demanda final em um aumento do vetor de emissões totais (P), isto é, ele representa o efeito multiplicador, direto e indireto, das emissões, impulsionado pela expansão da demanda final dado o encadeamento setorial do modelo aberto de Leontief. Isso significa que são consideradas as variações nas emissões decorrentes da interação do setor j com setores que fornecem insumos de forma direta e indireta.

Para se diferenciar o efeito multiplicador direto do indireto, tomou-se o multiplicador direto M^D , que é aquele que mostra o requerimento de emissões de CO₂ por unidade de produto de cada setor, considerando apenas os setores que fornecem insumos diretos a dado setor. Logo:

$$M^D = C' \quad (26)$$

Dessa forma, o multiplicador indireto é calculado como segue:

$$M^I = M^{DI} - M^D = \hat{C} [(I - A)^{-1} - A] \quad (27)$$

Da forma apresentada na equação (25), esse operador linear representa o multiplicador setorial. É a partir dele que o estudo de Alcántara (2007) mediu o impacto direto e indireto de cada classe da demanda final através da equação (24), conforme descrito anteriormente. Mas isso exclui o impacto induzido, ou efeito renda, que seria gerado através da endogeneização dos “lares”³⁰. Como o objetivo do presente estudo é mensurar o potencial gerador das emissões de CO₂ de cada setor por classe de renda do consumo das famílias, bem como observar a eficiência de carbono de cada classe, deve-se endogeneizar o consumo das famílias de acordo com as classes de renda e obter, assim, o efeito induzido por classes de renda, bem como o efeito total.

Seguindo-se os passos descritos nos itens 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4 desse trabalho fez-se, primeiramente, a endogeneização do consumo das famílias de baixa renda (ou classe baixa). A matriz de coeficientes técnicos gerada é denominada de A_b , que substituindo a matriz A na equação (25), fornece o multiplicador de emissões (direto, indireto e efeito renda) das famílias de Classe Baixa. Este mostra o impacto do aumento na demanda final do setor j sobre as emissões de CO₂, dado pelo encadeamento setorial do modelo fechado com relação as famílias de baixa renda:

$$M^{DIRb} = \hat{C} (I - A_b)^{-1} \quad (28)$$

Assim, pôde-se obter o efeito renda nas emissões de CO₂ com relação às famílias de baixa renda pela seguinte expressão:

$$M^{Rb} = M^{DIRb} - M^{DI} \quad (29)$$

O procedimento para se calcular os multiplicadores de emissões totais (direto, indireto e efeito renda) das Classes Média e Alta foi similar. Fêz-se a endogeneização do consumo das famílias de média renda, gerando a matriz de coeficientes técnicos denominada de A_m , que substituindo a matriz A na equação (25), fornece o multiplicador de emissões (direto, indireto e efeito renda) das famílias de Classe Média juntamente com as famílias de baixa renda. Este mostra o impacto do aumento na demanda final do setor j sobre as emissões de CO₂, dado pelo encadeamento setorial do modelo fechado com relação as famílias de Classe Média e Baixa.

$$M^{DIRm} = \hat{C} (I - A_m)^{-1} \quad (30)$$

³⁰Vale ressaltar que o trabalho de Alcántara (2007) foi denominado pelo próprio autor como uma “primeira análise”, deixando claro que ele faz parte de um trabalho maior e mais detalhado.

Agora, para se obter o efeito renda nas emissões de CO₂ com relação as famílias de classe média, é necessário excluir não somente o multiplicador direto e indireto de emissões mas, também, o efeito renda causado no sistema pela endogeneização das famílias de Classe Baixa.

$$M^{Rm} = M^{DIRm} - M^{DI} - M^{Rb} \quad (31)$$

Finalmente, para se calcular os multiplicadores de emissões totais (direto, indireto e efeito renda) da Classe Alta fez-se a endogeneização do consumo das famílias de baixa, média e alta renda, ou seja, fez-se a endogeneização total do consumo das famílias, gerando a matriz de coeficientes técnicos denominada de \bar{A} que, substituindo a matriz A na equação (25), fornece o multiplicador de emissões (direto, indireto e efeito renda) do consumo de todas as famílias. Este mostra o impacto de um aumento na demanda final do setor j sobre as emissões de CO₂, dado pelo encadeamento setorial do modelo fechado de Leontief.

$$M^{DIR} = \hat{C} (I - \bar{A})^{-1} \quad (32)$$

Sendo assim, pôde-se obter o efeito renda total, isto é, o efeito renda gerado pelas três classes de renda (baixa, média e alta).

$$M^R = M^{DIR} - M^{DI} \quad (33)$$

A partir da equação (33) foi possível desagregar o efeito renda da Classe Alta com relação ao efeito renda das Classes Média e Baixa.

$$M^{Ra} = M^R - M^{DI} - M^{Rm} - M^{Rb} \quad (34)$$

Dada a estrutura acima apresentada, pôde-se sumarizar as informações, observadas pelos multiplicadores, como segue:

- Multiplicador direto (M^D): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando somente as atividades que fornecem insumos diretos a esse setor;
- Multiplicador indireto (M^I): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando somente as atividades que fornecem insumos indiretos a esse setor;
- Multiplicador direto e indireto (M^{DI}): mostra o impacto de um aumento na demanda final do setor j , sobre a emissão total, dado o encadeamento setorial do modelo aberto de Leontief.
- Multiplicador efeito-renda-baixa (M^{Rb}): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando a variação adicional da demanda provocada pelo incremento no nível de rendimentos da classe baixa da economia quando um setor é estimulado.

- Multiplicador efeito-renda-média (M^{Rm}): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando a variação adicional da demanda provocada pelo incremento no nível de rendimentos da classe média da economia quando um setor é estimulado.
- Multiplicador efeito-renda-alta (M^{Ra}): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando a variação adicional da demanda provocada pelo incremento no nível de rendimentos da classe alta da economia quando um setor é estimulado.
- Multiplicador efeito-renda-total (M^R): mede o impacto de variações na demanda final do setor j , considerando a variação adicional da demanda provocada pelo incremento no nível de rendimentos da economia quando um setor é estimulado.
- Multiplicador total (M^{DIR}): mede o efeito multiplicador total de emissões (direto, indireto e efeito-renda), isto é, mostra o impacto de um aumento na demanda final do setor j sobre o emprego total, dado o encadeamento setorial do modelo fechado de Leontief.

É importante diferenciar o conceito de Multiplicador Setorial de Emissões de CO₂, apresentado acima, do de Eficiência de Carbono da Classe. O Multiplicador Setorial de Emissões de CO₂ representa a eficiência de carbono de determinado setor. Já a Eficiência de Carbono da Classe representa as emissões de CO₂ geradas proporcionalmente pela demanda de determinada classe em função do volume gasto pela classe em determinado setor j ou nos gastos agregados em todos os setores da economia.

Para se calcular a eficiência de carbono de cada classe usou-se a equação (24), apresentada anteriormente, $P_k' = \hat{C}(I - A)^{-1}H_k$, para calcular as emissões totais de CO₂ do setor j geradas a partir do componente k da demanda final, em particular os componentes referentes as classes estudadas. Sendo assim, a eficiência de carbono da economia brasileira ou de um componente da demanda final, pode ser representada como segue:

$$E_k = P_k(\hat{H}_k)^{-1} \quad (35)$$

Em que:

$E_k = [e_{ij}]_{1 \times n}$ representam a eficiência de carbono por setor j de acordo com o componente k da demanda final (que pode representar toda a economia se for considerada toda a demanda final);

$P_k = [p_{ij}]_{1 \times n}$ são as emissões totais de CO₂ por setor j de acordo com o componente k da demanda final;

$H_k = [h_{ij}]_{1 \times n}$ representam os gastos no setor j feitos de acordo com o componente k da demanda final.

A grande diferença entre os conceitos apresentados acima é que no caso do multiplicador setorial é verificado o efeito da variação da demanda final das emissões de CO₂ com relação a toda a produção do setor na economia, ou seja, o incremento nas emissões de CO₂ gerado a partir da variação na demanda final, que nesse trabalho, terá vários níveis de endogeneização de classes de renda, enquanto que a eficiência de carbono de uma classe de renda mede a variação nas emissões de CO₂ com relação aos gastos da classe de renda.

4.3 TRATAMENTO E PREPARAÇÃO DOS DADOS

Essa seção tem por objetivo descrever os procedimentos de manipulação dos dados a fim de adequar os dados disponíveis ao modelo teórico apresentado nas seções anteriores. A análise foi feita tomando como base as Matrizes Insumo Produto do Brasil referentes a 1996 e 2003, estimadas a partir de dados do Sistema de Contas Nacionais do IBGE (SCN) que se encontram disponibilizadas na forma da tabela de produção nacional e da tabela de uso nacional (Tabela de Recurso e Tabela de Uso) organizadas em 42 setores e 80 produtos.

A seleção do período, em especial, os anos escolhidos, se deveu a dois motivos principais. O primeiro é o fato de a POF, cujos dados são necessários para a execução desse trabalho, só estar disponível em intervalos irregulares de tempo. Atualmente a proposta é que seja feita quinquenalmente. O segundo motivo é que nesse período o Brasil passou por profundas mudanças, desde a hiperinflação³¹, na década de oitenta, até a estabilidade com o Plano Real em 1994 que, junto com a aceleração da abertura econômica e financeira, privatizações e desregulamentação, modificaram o nível de concorrência dentro dos setores, forçando a uma reestruturação e readequação do parque industrial brasileiro.

Com relação aos dados energéticos, precisamente, as emissões de CO₂, foi utilizado o banco de dados do Balanço Energético Nacional (BEN), elaborado pelo Ministério de Minas e energia (MME), para estimar as intensidades de CO₂ de acordo com o conteúdo de carbono de cada fonte energética. Essa estimativa foi feita com base em 19 setores.

Pelo fato do número de setores considerados em cada banco de dados – POF e BEN – serem diferentes, foi necessário compatibilizá-los. Esse processo de compatibilização (agregação e desagregação), antes de simplesmente garantir a conciliação dos dados, também

³¹É o aumento insistente de preços da economia, ou seja, um descontrole geral de preços.

leva em conta o detalhamento alcançado na formulação final da MIP, pois seria mais conveniente a agregação dos 42 setores da MIP nos 19 setores do BEN. Contudo isso levaria a uma análise pouco detalhada. Portanto, a fim de observar os dados de forma mais detalhada, fez-se a escolha de distribuir o consumo energético dos 19 setores do BEN entre os 42 setores da MIP. Essa distribuição se encontra na Tabela 4.

Tabela 4 – Agregação e desagregação dos setores do BEN e da MIP.

Setores segundo o Balanço Energético Nacional – BEN	Setores segundo a Matriz de Insumo-Produto – MIP
01 ENERGÉTICO	3 PETRÓLEO E GÁS 18 REFINO DO PETRÓLEO 33 S.I.U.P.
02 COMERCIAL	35 COMÉRCIO 37 COMUNICAÇÕES 38 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS 39 SERV. PREST. À FAMÍLIA 40 SERV. PREST. À EMPRESA 41 ALUGUEL DE IMÓVEIS 43 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS
03 PÚBLICO	42 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
04 AGROPECUÁRIO	1 AGROPECUÁRIA
05 RODOVIÁRIO	36 TRANSPORTES
06 FERROVIÁRIO	
07 AÉREO	
08 HIDROVIÁRIO	
09 CIMENTO	4 MINERAL Ñ METÁLICO 5 SIDERURGIA
10 FERRO-GUSA E AÇO	
11 FERRO-LIGAS	
12 MINERAÇÃO/PELOTIZAÇÃO	2 EXTRAT. MINERAL
13 QUÍMICA	17 ELEMENTOS QUÍMICOS 16 IND. DA BORRACHA 19 QUÍMICOS DIVERSOS 20 FARMAC. E VETERINÁRIA 21 ARTIGOS PLÁSTICOS
14 NÃO-FERROSOS E OUTROS METALÚRGIA	6 METALURG. Ñ FERROSOS 7 OUTROS METALÚRGICOS
15 TÊXTIL	22 IND. TÊXTIL 23 ARTIGOS DO VESTUÁRIO 24 FABRICAÇÃO CALÇADOS
16 ALIMENTOS E BEBIDAS	25 INDÚSTRIA DO CAFÉ 26 BENEF. PROD. VEGETAIS 27 ABATE DE ANIMAIS 28 INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS 29 FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR 30 FAB. ÓLEOS VEGETAIS 31 OUTROS PROD. ALIMENT.
17 PAPEL E CELULOSE	15 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA.
18 CERÂMICA	4 MINERAL Ñ METÁLICO
19 OUTRAS INDÚSTRIAS	8 MÁQUINAS E EQUIP. 10 MATERIAL ELÉTRICO 11 EQUIP. ELETRÔNICOS 12 AUTOM./CAM/ONIBUS 13 PEÇAS E OUT. VEÍCULOS 14 MADEIRA E MOBILIÁRIO 32 INDÚSTRIAS DIVERSAS 34 CONSTRUÇÃO CIVIL 32 INDÚSTRIAS DIVERSAS 34 CONSTRUÇÃO CIVIL

Fonte: Adaptado de Morais (2007).

A desagregação dos setores do BEN foi feita com base na participação percentual verificada nos dados de produção total contidos na matriz de Uso. Contudo, em alguns casos, os dados contidos no BEN são mais desagregados do que na MIP. Logo, foi necessário agregar dois ou mais setores descritos no BEN para alocar em um único setor na MIP. Foi o caso, por exemplo, dos setores Cimento e Cerâmica que devem ser alocados dentro do setor Minerais não-Metálicos.

Na seção 4.1.4 apresentou-se a metodologia de desagregação do consumo das famílias em três níveis de renda a partir de dados da POF e da PNAD e verificou-se a necessidade de agregar os 42 setores da MIP em 31 para compatibilização dos setores. Sendo assim a desagregação dos 19 setores do BEN em 42 da MIP é apenas a primeira parte da adequação dos dados do BEN com as necessidades do presente estudo. A segunda parte da adequação dos dados consiste em agregar os dados energéticos, que agora se encontram em 42 setores, em 31 setores conforme o ANEXO C.

Agora que as atividades estão distribuídas com os seus respectivos setores foi necessário identificar cada fonte energética por um produto na Tabela de Uso da MIP, sendo, assim, possível desagregar o consumo energético em unidades físicas por fonte energética de cada setor em seus novos setores. Essa distribuição consta na Tabela 5.

Tabela 5 – Classificação das fontes energéticas segundo o BEN aos setores da MIP.

Fontes energéticas segundo o BEN	Fontes energéticas segundo a MIP
Carvão vegetal	Outros produtos agropecuários
Lenha	
Petróleo	Petróleo e gás
Carvão vapor e metalúrgico	Carvão e outros
Coque de carvão mineral	Produtos siderúrgicos básicos
Alcatrão	
Produtos de cana-de-açúcar	Álcool de cana e de cereais
Álcool etílico (anidro e hidratado)	
Gasolina	Gasolina Pura
Óleo diesel	Óleos combustíveis
Óleos combustíveis	
Gás natural	Outros produtos do refino
GLP (Gás Liquefeito do Petróleo)	
Nafta	
Querosene	
Gás de cidade e coqueria	
Outras secundárias de petróleo	
Produtos não-energéticos de petróleo	
Outras fontes primárias	Produtos diversos
Urânio	SIUP
Energia hidráulica	
Elettricidade	

Fonte: Elaboração própria a partir das estruturas do BEN e MIP.

Segundo Wachsmann (2005), a distribuição apresentada na Tabela 5, acontece segundo o consumo monetário intermediário de cada fonte energética. Contudo, essa hipótese

não é totalmente factível, pois ela considera que cada setor paga o mesmo preço de energia pela fonte energética, o que é uma exigência não representativa da realidade brasileira. Sendo assim, adotou-se a hipótese de que cada setor desagregado da MIP paga o mesmo preço da energia que o setor agregado do BEN, aceitando a idéia de que o consumo de certa fonte energética de um setor depende do valor monetário da sua produção total.

Com a adequação dos dados apresentada acima, falta ainda alinhar as unidades físicas de medida³² adotadas no BEN e na MIP. Os dados energéticos contidos no BEN estão especificados em Tonelada Equivalente de Petróleo (tep) em acordo com critérios internacionais³³. Com os dados em tep é possível chegar ao valor das emissões de CO₂ pelo uso das fontes energéticas através dos fatores de conversão³⁴. Segundo o MME, considera-se que 1 kWh = 860 kcal, pelo critério teórico de conversão³⁵, e o valor do petróleo de referência é de 10.000 kcal/kg. Os passos para conversão dos dados em tep para emissões de CO₂ são³⁶:

1. Obter o valor do consumo de energia em gigajoule (GJ), multiplicando o valor em tep por 41,868 (unidade comum³⁷);
2. Converter o consumo de energia de GJ para terajoule (TJ), dividindo-se o valor em GJ por 1.000;
3. Finalmente, converte-se o consumo de energia em TJ para emissão de CO₂ em toneladas.

Os fatores de conversão ao uso das fontes energéticas emissoras de CO₂ são definidos nas Diretrizes Revisadas de 1996 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 1997) e ajustados ao caso do Brasil pelo MCT (BRASIL, 2002). No presente trabalho aplicou-se os fatores de emissão líquida. Essa abordagem leva em conta o CO₂ capturado durante o crescimento da biomassa, estabelecendo um balanço entre o CO₂ emitido na queima e capturado ao longo do crescimento da planta (ou derivado). A Tabela 6 apresenta os fatores de conversão utilizados nesse trabalho para obter as quantidades de CO₂ emitidas por fonte energética.

³²Unidade que normalmente expressam as quantidades comercializadas das fontes de energia, por exemplo: para sólidos a tonelada (t), para os gasosos o metro cúbico (m³), para a eletricidade o watt (W) e, watt-hora (Wh) para energia.

³³A tonelada equivalente de petróleo (tep) é a unidade comum na qual se convertem as unidades de medida das diferentes formas de energia utilizadas no BEN. Os fatores de conversão são calculados com base no poder calorífico inferior de cada energético em relação ao do petróleo de 10.000 kcal/kg.

³⁴Fatores de conversão (ou coeficientes de equivalência) permitem passar as quantidades expressas numa unidade de medida para quantidades expressas numa unidade comum.

³⁵Se for adotado o critério de equivalência térmica, 1kWh = 3132 kcal, obtém-se um resultado 3,62 vezes maior do que na aplicação do critério teórico. Contudo, não é esse o critério adotado internacionalmente.

³⁶As unidades de medidas, a formação de múltiplo bem como alguns conceitos físicos utilizadas nesse trabalho se encontram, respectivamente, nos ANEXOS D, E, F.

³⁷Unidade na qual se convertem as unidades de medida utilizadas para as diferentes formas de energia. Essa unidade comum permite adicionar no BEN quantidades de energias diferentes. Segundo o Sistema Internacional (SI) o joule ou o quilowatt-hora são as unidades regulamentares utilizadas como Unidade Comum.

Tabela 6 – Fatores de conversão de consumo de energia em TJ para emissão de CO₂ em toneladas.

Fonte energética	Fator de conversão
Carvão vegetal	32,2
Lenha	29,9
Petróleo	20,0
Carvão vapor e metalúrgico	25,8
Coque de carvão mineral	25,8
Alcatrão	25,8
Produtos de cana-de-açúcar, Álcool etílico (anidro e hidratado)	00,0
Gasolina	18,9
Óleo diesel	20,2
Óleos combustíveis	21,1
Gás natural	15,3
GLP (Gás Liquefeito do Petróleo)	17,2
Nafta	20,0
Querosene	19,6
Gás de cidade e coqueria	15,3
Outras secundárias de petróleo	20,0
Produtos não-energéticos de petróleo	20,0
Outras fontes primárias	20,0
Urânio	00,0
Energia hidráulica	00,0
Eletricidade	00,0

Fonte: IPCC (1997).

As emissões de CO_{2-eq} (equivalência de CO₂) associadas ao uso de fontes energéticas se dão, principalmente, pela queima dos combustíveis fósseis. Por isso são adotados os fatores de conversão acima. Contudo, segundo Wachsmann (2005), grandes hidrelétricas podem emitir GEE se a parte submersa da biomassa dos reservatórios se decompõe. Mas, ele ressalta que, como ainda não existem dados confiáveis sobre as quantidades de emissão, é considerado um valor igual a zero para fontes energéticas não-fósseis, em acordo com a metodologia recomendada internacionalmente (IPCC, 1997).

4.3.1 Deflacionamento dos dados

Os dados das MIP são expressos em moeda corrente, o que por um lado, para determinar a quantidade das emissões totais de CO_{2-eq} por nível de renda, não se torna um problema, pois os dados energéticos são dados em unidades físicas. Por outro lado, os coeficientes diretos de emissão são derivados de dados financeiros que dependem dos preços relativos dos bens produzidos. Isso significa que os coeficientes variam com o tempo, mesmo se os fatores tecnológicos permanecerem constantes.

Portanto, para se evitar que os dados financeiros dificultem a análise comparativa dos coeficientes diretos foi necessário deflacioná-los. Pode-se fazer isso de, pelo menos, duas formas. A primeira considera um único fator deflacionário para todos os setores, chamado de Deflator Implícito do PIB. A segunda utiliza os Deflatores Implícitos Setoriais fornecidos pelo IBGE que traz a variação percentual anual do nível de preços em cada setor.

Nesse trabalho foi utilizada a primeira forma pois, mesmo considerando que os setores sofrem variações de preços de seus produtos de forma diferente em seus respectivos mercados, bem como, variam também de forma diferente as mudanças tecnológicas na produção de seus bens e serviços, é preciso considerar o alinhamento de dados financeiros setoriais como o PIB (necessário para a análise a que se propõe esse trabalho) e, não haveria uma forma viável, de deflacionar o PIB, considerando a participação dos diversos setores (através das matrizes de insumo-produto) bem como a renda e o nível de consumo (estimados a partir de dados da POF e da PNAD).

Sendo assim, tendo em vista a maior facilidade de tratamento dos dados proporcionada pelo Deflator Implícito do PIB, aplicável a todas as fontes de dados do presente estudo, a partir do deflacionamento dos valores monetários, criou-se um índice de preços para os anos de 1996 com base nos preços de 2003. Para deflacionar basta multiplicar cada valor corrente nas tabelas de Recurso e Uso do ano de 1996, bem como os valores do PIB pelo deflator.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os principais resultados encontrados através da aplicação da metodologia apresentada na seção anterior. Inicialmente será discutido o valor mensurado das emissões de CO_{2-eq}, conforme os setores e os componentes da demanda final, fazendo-se a diferenciação no consumo das famílias conforme três classes de renda. Essa diferenciação foi feita com base nos coeficientes obtidos pela manipulação dos dados da POF e da PNAD (ANEXOS G, H). Na sequência, serão discutidos os índices de eficiência de carbono setoriais e, em seguida, serão abordados os resultados pertinentes a dados específicos das famílias, tais como, hábitos de consumo e índices de eficiência de carbono.

5.1 EMISSÕES de CO_{2-eq}

Com relação às emissões de CO_{2-eq}, observa-se aumento de, aproximadamente, 19%, considerando-se que elas passaram de 89 Milhões de toneladas em 1996 para cerca de 106 Milhões de toneladas em 2003 (Tabela 7).

Tabela 7 – Eficiência de carbono do Brasil, 1996 e 2003.

	1996	2003
PIB (milhões de R\$ ₂₀₀₃)	2 046 902	2 992 739
Emissões de CO _{2-eq} (t)	89 223 638	105 802 980
Eficiência (Kg/1000 R\$₂₀₀₃)	44,10	35,36

Fonte: Dados da pesquisa.

Contudo, visto que a produção aumentou nesse período, passando de R\$₂₀₀₃ 2,047 trilhões em 1996 para R\$₂₀₀₃ 2,993 trilhões em 2003, com crescimento total de 46,2%, os dados iniciais comprovam que a matriz energética brasileira encaminha-se para um melhor nível de eficiência de carbono, isto é, exigência de menos emissões de CO_{2-eq} para se produzir o mesmo produto, pois o crescimento das emissões foi, aproximadamente, três vezes menor do que o crescimento da produção total. Traçando-se um paralelo com o trabalho de Morais (2002, p 26), o volume encontrado é bem menor, já que este autor utilizou um número menor de fontes energéticas, mas a variação entre 1996 e 2003, 9%, também indica crescimento menos acelerado do que o crescimento do PIB.

Sendo assim, pode-se observar que a eficiência de carbono passou de 44,10 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 1996 para 35,36 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 2003, significando que, para cada mil reais gastos em 1996, a economia brasileira como um todo emitia cerca de 44 Kg de CO_{2-eq} na atmosfera, enquanto que, em 2003, foram emitidos, aproximadamente, 35 Kg de CO_{2-eq}, constituindo queda de 21% na exigência de emissão de poluentes para se produzir a mesma unidade de produto. O trabalho de Morais (2007, p. 26) obteve resultados próximos a esses, sendo 0,040 Kg/R\$₂₀₀₃ e 0,038 Kg/R\$₂₀₀₃ para os anos de 1996 e 2003, respectivamente.

A Figura 17 apresenta a participação, em valores absolutos e percentuais, nas emissões de CO_{2-eq} por componente da demanda final, conforme o impacto total direto e indireto. Pode-se verificar que o consumo das famílias (subdividido entre famílias de baixa, média e alta renda) representou, tanto em 1996 quanto em 2003, cerca de 60% das emissões totais. Isso significa que as emissões que os setores produtivos geram para satisfazer a demanda das famílias representam 60% do total das emissões de CO_{2-eq}. Para ver os dados completos, que contêm as emissões por componente da demanda final, de acordo com os setores (ANEXOS I, J).

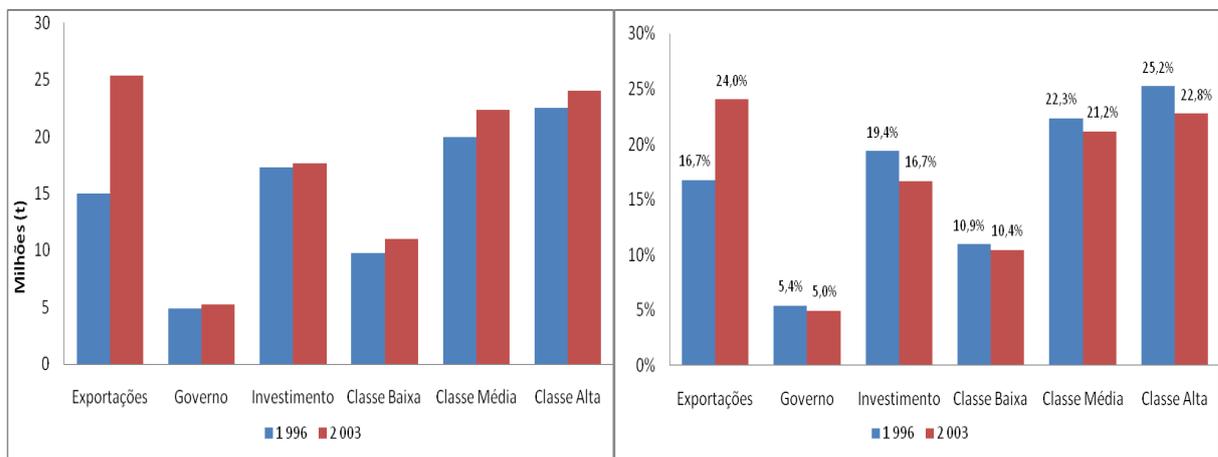


Figura 17 – Emissões de CO_{2-eq} por componente da demanda final em valores absolutos (à esquerda) e proporção ao total de emissões (à direita), Brasil, 1996 e 2003.

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme a tendência apresentada no total de emissões, em valores absolutos, todos os componentes da demanda final tiveram suas respectivas emissões ampliadas no período, contudo, o que se observa é que as mesmas tiveram redução no seu percentual de emissões com relação ao todo, com exceção ao componente Exportações, que registrou aumento de sua participação na ordem de 71% com relação à anterior, fazendo com que esse aumento causasse a diminuição da participação dos demais componentes. Esse crescimento pode ser explicado, em parte, pela variação da produção nacional voltada para atender as

exportações. Tal produção cresceu cerca de 190% no período, contra 35% em média para os demais componentes da demanda final, passando a representar 14% da demanda final em 2003, sendo que, em 1996, representava 7%. Por outro lado, observando-se o crescimento da demanda por Investimento (Formação Bruta de Capital + Variação de Estoque) de apenas 2,5%, pode-se inferir que a readequação feita no final de década de 1990, pós-abertura comercial, época em que o setor produtivo fez investimentos maciços para poder atender a crescente demanda do mercado externo, contribuiu para que, no início deste século, houvesse acomodação da capacidade instalada, que já estava preparada para a elevação das exportações, não se necessitando, nesse momento, de grandes investimentos, como ocorreu no início do Plano Real. Dessa forma, o aumento da participação da componente Exportações é contrabalançado pela quase estabilização do Investimento. Moraes (2002, p. 22) também destaca o fato de as exportações terem aumentado sua participação no PIB pela sua resposta à abertura comercial ocorrida no período analisado em seu trabalho (1990-2003).

Com relação ao Governo e às famílias, o crescimento médio das emissões foi de 12,5% para as famílias de Classe Baixa e Média enquanto que o Governo e famílias da Classe Alta apresentaram emissões cerca de 7% maiores em 2003 quando comparadas a 1996. Isso não reflete, obrigatoriamente, aumento na proporção da demanda dos componentes da demanda final. Basta observar que a demanda do Governo por infraestrutura e serviços se mantém distribuída nas mesmas proporções, isto é, os bens e serviços habitualmente demandados pelo Governo permanecem quase que inalterados, enquanto que a estrutura de consumo das famílias sofre variação. Comparando-se o crescimento do consumo do Governo com a demanda das famílias de Classe Baixa, por exemplo, verifica-se que ambos aumentaram seu consumo em cerca de 50% mas, como citado anteriormente, o Governo manteve seu consumo habitual, sendo prioritariamente demandante de setores prestadores de serviço, tais como Serviços Financeiros e de Saúde e Educação Mercantil, enquanto que o consumo das famílias da Classe Baixa é distribuído por todos os setores da economia (IBGE, 2003a). Os hábitos de consumo das famílias, ou seja, a distribuição de gastos das classes, serão discutidos na seção 4.3.1.

Analisando-se as emissões de CO_{2-eq} de acordo com os setores, pode-se observar quais os que possuem o maior volume de emissões. Quanto aos níveis de emissões totais, os cinco maiores emissores de CO_{2-eq} não se alternaram no *rank* do período analisado, sendo: 1º Transportes; 2º Siderurgia; 3º Indústria de Alimentos; 4º Agropecuária; 5º Refino do Petróleo. Esses setores são responsáveis por 75% do total de emissões. Se esse grupo for ampliado para os onze maiores, ou seja, incluídos os setores: Minerais não-metálicos;

S.I.U.P.; Celulose, Papel e Gráfica; Elementos Químicos; Extrativa Mineral; e Petróleo e Gás têm-se, agora, os setores responsáveis por cerca de 94% das emissões, sendo que, a partir do sexto no *rank* de emissões (dos 31 setores utilizados nesse estudo), alternam-se em suas posições de alguma forma. No ANEXO K se pode observar o *rank* decrescente dos setores por emissão de CO_{2-eq}.

Verifica-se, na Tabela 8, que alguns setores reduziram as emissões no período de 1996 a 2003. Isso pode ser explicado pela substituição dos energéticos utilizados em cada setor como, por exemplo, Óleo Diesel por Gás Natural, que possui fator menor de conversão das emissões em CO_{2-eq}. Logo, o volume de poluentes emitidos na atmosfera torna-se, conseqüentemente, menor. O avanço na utilização do Gás Natural também é apontado por Morais (2002, p. 54) como fator fundamental na redução das emissões de CO_{2-eq}, juntamente com a utilização de plantas mais modernas e o uso de tecnologias mais limpas.

Tabela 8 – Total de emissões setoriais de CO_{2-eq} para o Brasil por setor, 1996 e 2003.

1 996		2 003		Δ%
SETOR	(t)	SETOR	(t)	
1 AGROPECUÁRIA	6 177 882	1 AGROPECUÁRIA	6 666 553	7,9%
2 EXTRAT. MINERAL	1 034 964	2 EXTRAT. MINERAL	1 606 395	55,2%
3 PETRÓLEO E GÁS	769 135	3 PETRÓLEO E GÁS	1 889 858	145,7%
4 MINERAL Ñ METÁLICO	5 218 122	4 MINERAL Ñ METÁLICO	5 155 669	-1,2%
5 SIDERURGIA	16 093 295	5 SIDERURGIA	19 574 779	21,6%
6 MÁQUINAS E EQUIP.	220 449	6 MÁQUINAS E EQUIP.	286 770	30,1%
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	274 770	7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	410 527	49,4%
8 VEÍCULOS PEÇAS	385 573	8 VEÍCULOS PEÇAS	598 320	55,2%
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	126 023	9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	199 768	58,5%
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	3 817 905	10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	5 496 459	44,0%
11 IND. DA BORRACHA	381 675	11 IND. DA BORRACHA	326 214	-14,5%
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	1 545 789	12 ELEMENTOS QUÍMICOS	1 886 966	22,1%
13 REFINO DO PETRÓLEO	5 366 086	13 REFINO DO PETRÓLEO	5 769 021	7,5%
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	634 003	14 FARMAC. E VETERINÁRIA	1 018 980	60,7%
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	535 106	15 ARTIGOS PLÁSTICOS	709 445	32,6%
16 IND. TÊXTIL	282 206	16 IND. TÊXTIL	160 512	-43,1%
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	155 275	17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	120 254	-22,6%
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	93 812	18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	113 287	20,8%
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	9 622 789	19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	13 225 045	37,4%
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	64 968	20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	59 169	-8,9%
21 S.I.U.P.	4 264 172	21 S.I.U.P.	4 387 243	2,9%
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	1 035 945	22 CONSTRUÇÃO CIVIL	797 596	-23,0%
23 COMÉRCIO	143 649	23 COMÉRCIO	161 515	12,4%
24 TRANSPORTES	30 325 340	24 TRANSPORTES	34 096 350	12,4%
25 COMUNICAÇÕES	24 123	25 COMUNICAÇÕES	51 514	113,5%
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	43 432	26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	117 864	171,4%
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	132 777	27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	146 148	10,1%
28 SERV. PREST. À EMPRESA	52 002	28 SERV. PREST. À EMPRESA	113 237	117,8%
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	153 779	29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	107 844	-29,9%
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	405 215	30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	513 893	26,8%
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	13 831	31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	35 785	158,7%
TOTAL	89 394 092	TOTAL	105 802 980	18,4%

Fonte: Dados da pesquisa.

O *rank* apresentado na Tabela 8 está, em grande parte, alinhado com os resultados encontrados por Wachsmann (2005) e Morais (2007). Contudo, é importante salientar que o nível de agregação do presente trabalho é diferente desses trabalhos, bem como o tipo de análise proposta.

Com relação ao setor Minerais não-Metálicos, a sua demanda energética que antes era suprida em quase 54% por Óleo Combustível e 17% de Carvão Mineral passou a se basear em 61% de Coque de Petróleo, que, apesar de possuir fator de conversão apenas pouco menor no que diz respeito às emissões de CO_{2-eq}, já colaborou para uma pequena baixa no nível de emissões do setor.

Os setores Indústrias Diversas e Construção Civil também apresentaram queda nas emissões. Esses setores se utilizam das mesmas fontes de energia e, ao se considerar a demanda agregada dos energéticos desses setores junto com o setor Indústria da Borracha, que praticamente não aumentaram suas emissões, percebe-se que não houve grande substituição de energéticos, mas sim, ampliação do uso da Eletricidade e do Gás Natural que passaram, respectivamente, de 47% e 8% para 51% e 16%, aliada à diminuição no uso do Óleo Combustível que caiu de 25% para apenas 6% (BEN, 2004). Contudo, há dois fatores a se considerar. Em primeiro lugar as suas respectivas produções variaram de forma heterogênea³⁸ e, em segundo lugar, a proporção dos energéticos utilizada na produção de cada setor é diferenciada. Sendo assim, o resultado final nas variações das emissões desses setores foram diferentes. Considerando-se a variação na produção desses três setores, percebe-se que o setor Indústria da Borracha teve ampliação da produção. Já a produção dos outros dois setores caiu, principalmente a do setor de Construção Civil, que enfrentou dificuldades no período entre 1996 e 2003, sobretudo por causa da política de juros altos adotada pelo governo e que dificultou novos investimentos no setor (MORAIS, 2007, p. 67).

Dessa forma, se esses setores mantivessem a proporção da demanda das fontes energéticas, poder-se-ia observar aumento nas emissões do setor Indústria da Borracha contra a diminuição dos outros dois setores. Sendo assim, é necessário analisar a proporção do uso das fontes energéticas.

Portanto, é possível verificar que nos anos analisados o setor Construção Civil demandava a mesma quantidade de energia que a soma das demandas dos outros dois setores e, considerando-se a queda da sua produção, nota-se a substituição menos expressiva dos energéticos do que a apresentada na soma dos setores. Isso significa que a mudança do uso

³⁸Cf. ANEXO L.

nas fontes de energia foram menos exploradas nesse setor, mantendo a proporção das fontes quase inalteradas, enquanto no setor Indústria da Borracha a substituição das fontes energéticas foi a uma taxa acima da média desses três setores supracitados, o que levou a contrabalançar o crescimento da produção, mantendo o volume nas emissões de CO_{2-eq} praticamente inalterado.

Com relação ao setor Aluguel de Imóveis, a diminuição nas emissões em cerca de 30% está atrelada à queda na produção, que foi de 4%, em conjunto com o aumento da utilização de energéticos menos poluentes, como o Gás Natural e a Eletricidade, que passaram a representar 87% dos energéticos utilizados por esse setor em 2003, contra 80% em 1996.

Na Indústria Têxtil e na Indústria do Vestuário a diminuição do uso de Óleo Diesel e a quase extinção do uso de Carvão a Vapor, aliadas à expansão de 17% para 25% do uso do Gás Natural no total das fontes energéticas e à ampliação de 16% para 55% da Eletricidade, fizeram com que os setores reduzissem 43% e 23% nas emissões de CO_{2-eq}, respectivamente. Mesmo frente à concorrência externa, a produção desses setores aumentou. Sendo assim, a melhora no uso das fontes energéticas foi determinante para a redução das emissões.

Vale salientar que o setor S.I.U.P. apresentou-se praticamente estável quanto às emissões, tendo crescimento de apenas 3% no volume de CO_{2-eq} emitido na atmosfera contra aumento de 97% da sua produção no período. Considerando-se que ele representa a distribuição de energéticos, têm-se indícios da evolução da eficiência de carbono do Brasil.

5.2 EFICIÊNCIA DE CARBONO SETORIAL

A eficiência de carbono setorial é medida, como explicitado na metodologia, pelos Multiplicadores Setoriais de Emissões de CO_{2-eq} que representam a eficiência de carbono de determinado setor, indicando qual o efeito multiplicador das emissões gerado a partir de variações na demanda final.

Dessa forma, agrupando-se o volume total de emissões do setor com o seu respectivo multiplicador é possível verificar qual o real potencial de deterioração no meio ambiente quanto às emissões de GEE de cada setor. A Tabela 9 apresenta tais multiplicadores para os anos de 1996 e 2003.³⁹

³⁹As relações detalhadas dos multiplicadores setoriais, para os anos de 1996 e 2003, encontram-se nos ANEXOS M, N.

Tabela 9 – Índice de eficiência setorial de carbono (Kg/1000 R\$₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003.

SETOR	1996		2003	
	Tipo I	Rank	Tipo I	Rank
1 AGROPECUÁRIA	8,33	19	6,72	12
2 EXTRAT. MINERAL	19,89	5	12,60	6
3 PETRÓLEO E GÁS	12,91	8	10,32	7
4 MINERAL Ñ METÁLICO	34,00	3	23,74	3
5 SIDERURGIA	36,65	2	28,65	2
6 MÁQUINAS E EQUIP.	9,21	13	9,79	8
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	9,16	15	6,48	20
8 VEÍCULOS PEÇAS	10,99	10	8,18	14
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	7,29	17	5,14	23
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	20,49	4	14,98	4
11 IND. DA BORRACHA	10,74	12	8,57	10
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	8,82	21	8,48	11
13 REFINO DO PETRÓLEO	16,49	6	10,28	9
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	9,73	14	7,50	18
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	10,71	11	8,55	13
16 IND. TÊXTIL	6,45	26	4,23	27
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	5,26	24	3,17	26
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	7,82	16	5,70	19
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	14,63	7	12,61	5
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	7,32	18	6,94	16
21 S.I.U.P.	12,21	9	7,44	15
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	6,64	25	6,93	17
23 COMÉRCIO	4,89	20	2,36	28
24 TRANSPORTES	52,15	1	29,87	1
25 COMUNICAÇÕES	1,88	30	2,09	30
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	1,50	29	1,28	29
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	3,40	27	3,03	22
28 SERV. PREST. À EMPRESA	2,73	28	2,36	25
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,37	31	0,39	31
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	2,18	23	1,55	24
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,80	22	3,01	21
MÉDIA	11,47	..	8,48	..

Fonte: Dados da pesquisa.

Dada a definição dos multiplicadores, aqui tratados como medida de eficiência de carbono, os do tipo II normalmente são maiores do que os do tipo I, em 66% e 75% para 1996 e 2003, respectivamente. Isso é coerente com a definição desses tipos de multiplicadores já que o incremento da renda das famílias induz a um impacto maior na produção. Vale ressaltar ainda que o índice de eficiência de carbono de quase todos os multiplicadores, tipo I e tipo II, diminuiu, ou seja, melhorou, indicando que os seus respectivos produtos passaram a exigir emissão menor de CO₂ para serem produzidos. Nos multiplicadores do tipo I essa melhora foi em média de 10%, enquanto que nos multiplicadores do tipo II foi de 19%. Para efeito de análise dos índices de emissões de CO_{2-eq}, serão utilizados os multiplicadores do tipo I, pois os mesmos representam, para cada setor, o total de emissões geradas, direta e indiretamente, pelos setores produtivos.

Os setores com os dez piores índices de eficiência de carbono se mantiveram acima da média no período, exceto o setor S.I.U.P. que melhorou sua classificação, passando do 9º para 15º lugar, evidenciando diminuição do índice da ordem de 39%. Contudo, a melhora mais expressiva não foi desse setor, mas sim do setor Transportes que obteve melhora da ordem de 43%. Essa melhora pode ser atribuída à disseminação de carros *flexfuel* que podem se utilizar do Álcool Combustível, um energético menos poluente no que diz respeito às emissões de CO_{2-eq}, comparativamente à Gasolina que, até 1996, era o combustível predominante em carros de passeio. O consumo de Álcool Combustível cresceu 70% no período analisado (BRASIL, 2004b).

No outro extremo, os setores que apresentaram os melhores índices de eficiência de carbono foram: Aluguel de Imóveis; Instituições Financeiras; Administração Pública; Comunicações; Comércio; Serv. Prest. à Família e Serv. Prest. à Empresa. Isso se deve, em parte, ao fato de que esses setores são prestadores de serviços e, por isso mesmo, demandam poucos insumos de forma direta, contribuindo, assim, para a sua maior eficiência de carbono. Como indicou Moraes (2007, p. 70), esses setores de serviços se utilizam, basicamente, da energia elétrica na sua matriz energética, o que confere a esses setores a condição de serem os menos intensivos em emissões de CO_{2-eq}.

Entre os quatro setores que apresentaram menor eficiência de carbono não houve alteração em suas posições entre 1996 e 2003, mesmo se observando que esses setores tiveram melhora de sua eficiência acima da média. Esses setores foram: 1º Transportes; 2º Siderurgia; 3º Mineral não-Metálico; e 4º Celulose, Papel e Gráfica. Com relação aos demais setores, suas posições variaram pouco.

No entanto, cabe destacar que os setores Construção Civil e Elementos Químicos pioraram bastante suas classificações, passando a figurar entre os 17 setores com menor eficiência de carbono. Contudo, seus índices não variaram muito, 6,7 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 1996 para 6,9 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 2003, para o setor Construção Civil e 8,8 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 1996 para 8,5 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 2003 para o setor Elementos Químicos. Sendo assim, a piora nas posições relativas à eficiência de carbono desses setores se deve, principalmente, ao fato de os outros setores terem melhorado sua eficiência e não somente por sua própria eficiência ter piorado.

5.2.1 Eficiência x Emissões de CO_{2-eq}

Com os resultados nos níveis de emissões de CO_{2-eq} e os níveis de eficiência de carbono foi possível verificar o potencial gerador de emissões, ou seja, quais os setores que, combinados à emissão total e ao seu índice de eficiência de carbono, têm maior probabilidade de impactar o meio ambiente. A Figura 18 apresenta o gráfico de dispersão que relaciona as emissões setoriais de CO_{2-eq} com os índices de eficiência de carbono, seguindo ordem decrescente desses dois indicadores.

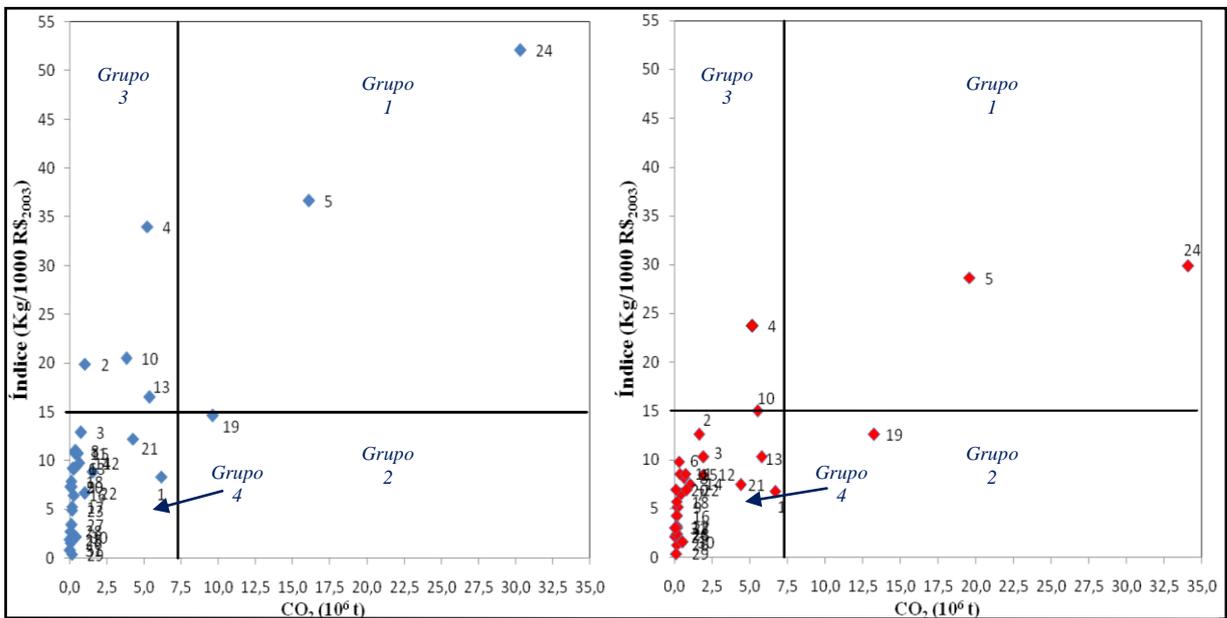


Figura 18 – Gráfico de dispersão: Eficiência x Emissões de CO_{2-eq}, Brasil, 1996 (à esquerda) e 2003 (à direita).

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se observar que os setores que formam o grupo 1, Transporte e Siderurgia, são os que combinam as maiores quantidades de emissões de CO_{2-eq} com os respectivos coeficientes de menor eficiência de carbono. O setor Transportes apresentou aumento no volume de emissões na ordem de 12%, contrabalançado por uma melhora significativa em sua eficiência de carbono, o que não é suficiente para retirá-lo do *status* de setor com o maior potencial de emissões de CO_{2-eq}. Já o setor de siderurgia apareceu em segundo lugar, apesar de ter volume de emissões totais que equivalia a 53% do volume do setor Transportes em 1996 e passar a cerca de 58% em 2003. Isso se deve ao fato de seu nível de emissões totais ter crescido com maior rapidez, 22%, frente ao crescimento das emissões do setor Transportes, que foi de 12%. Esse fato, conjugado com melhora menos significativa em seus índices de eficiência, fez com que esse setor exigisse, no período estudado, atenção maior em relação às fontes energéticas

utilizadas, uma vez que tais energéticos, como Coque de Carvão Mineral, Carvão Vegetal e Lenha, são pouco eficientes no que diz respeito ao volume gerado de CO_{2-eq}. Vale ressaltar, ainda, que Wachsmann (2005, p. 40) já observou que o setor Siderurgia tem apresentado tendência de crescimento nas emissões entre 1970 e 1995, sendo, no seguimento de transformação, o setor de maior volume de emissões.

No segundo grupo está presente o setor Indústria de Alimentos, com alto nível de emissões, sendo o terceiro maior em volume de emissões de CO_{2-eq} e nível de eficiência de carbono muito baixo. Esse setor apresentou ainda crescimento da ordem de 37% no volume de emissões associado a uma melhora discreta nos índices de eficiência de carbono e, conseqüentemente, frente aos demais setores, teve piora no *rank* de eficiência, caindo do sétimo para o quinto lugar. Essa situação reflete a mudança pouco expressiva na composição dos energéticos utilizados na produção desse setor, que se manteve praticamente inalterada. Esses dados fazem com que esse setor esteja entre os três setores com maior potencial de degradação do meio ambiente no que diz respeito às emissões de CO_{2-eq}.

Conforme verificado nos dois primeiros grupos, não houve alteração em suas respectivas composições, considerando-se o mesmo critério no período do estudo. Contudo, os dois grupos seguintes apresentam mudanças de classificação, causadas, principalmente, pelas alterações nos índices de carbono.

Sendo assim, no grupo 3, grupo que apresenta os setores com menor eficiência de carbono e volume de emissões abaixo de 7,5 Milhões de toneladas de CO_{2-eq}, estiveram presentes, em 1996, os setores: Mineral Não-Metálico; Celulose, Papel e Gráfica; Extrativa Mineral e; Refino do Petróleo, e, em 2003, os dois últimos setores citados passaram a fazer parte do quarto grupo por causa da melhora em suas respectivas eficiências de carbono.

Com relação aos setores Mineral não Metálico e Celulose, Papel e Gráfica, seus índices de eficiência de carbono também apresentaram melhora, tendo caído a exigência de emissões cerca de 30% e 27%, respectivamente. Em ambos os setores isso se deve à substituição, ainda que lenta, de energéticos menos eficientes, como o Carvão Mineral pelo uso do Coque de Petróleo, um pouco mais eficiente. Observando-se mais detalhadamente o setor Celulose, Papel e Gráfica, percebeu-se que, no período estudado, houve forte elevação nos níveis de emissões de CO_{2-eq}, correspondendo a um aumento de, aproximadamente, 44% no volume total de emissões. Isso fez com que esse setor passasse do oitavo para o sexto lugar em volume de emissões. Vale ressaltar que sua produção depende, em grande parte, do energético chamado Lixívia que é um resíduo gerado no processo de transformação do papel e reaproveitado na geração de eletricidade (VELÁZQUEZ, 2008, p. 1). Esse energético possui

um fator de conversão do dióxido de carbono bem superior ao do gás carbônico que, apesar de ter avançado sua participação no conjunto de energéticos, dificilmente poderá contribuir para o recuo da utilização da lixívia. Sendo assim, esse setor muito provavelmente se encontra no limite de produção no que diz respeito à necessidade e ao aproveitamento de lixívia e deverá se estabilizar no decorrer do tempo entre os setores com menor eficiência energética no Brasil.

Os setores Extrativa Mineral e Refino do Petróleo, que já apresentavam os menores índices de eficiência do grupo 3, passaram, com diminuição de 55% e 8% em seus respectivos índices, a figurar entre os setores do grupo 4. Suas melhoras foram ocasionadas por eventos distintos. Enquanto as emissões do primeiro setor cresceram cerca de 55%, no setor Refino do Petróleo houve aumento de apenas 7%. Contudo, a substituição de fontes energéticas pouco eficientes se deu de forma mais evidente no setor Extrativa Mineral, que utilizou, em maior proporção, o Gás Natural, o Gás Liquefeito do Petróleo e diminuiu o uso do Óleo Combustível, com crescimento da produção na ordem de 127%. No setor Refino do Petróleo houve corte completo da utilização de Nafta, Querosene e Coque de Carvão Mineral, direcionando o consumo energético para o Gás Natural, balanceado por um crescimento de 90% em sua produção. Há de se salientar que esses setores devem se preocupar com a melhor utilização de sua matriz energética, talvez se utilizando mais intensamente do Gás Natural, pois se as emissões continuarem a crescer, seus potenciais, enquanto emissores de CO_{2-eq}, tendem a crescer também, haja vista que os seus índices de eficiência de carbono ainda figuram entre os oito menos eficientes.

Concernente ao grupo 4, grupo com os melhores coeficientes de eficiência de CO_{2-eq} e menor volume de emissões, pode-se separá-lo em dois subgrupos: o subgrupo 1, que abrange os setores que se destacam no volume de emissões e/ou coeficientes; e subgrupo 2, em que se encontram os setores de menor volume de emissões e alto índice de eficiência.

No que tange ao subgrupo 1, cabe ressaltar o ingresso dos setores Extrativa Mineral e Refino do Petróleo, como foi discutido nos parágrafos anteriores, dada à sua melhora na eficiência de carbono. Já os setores que estavam presentes nesse subgrupo, Agropecuária; Petróleo e Gás; Elementos Químicos e; S.I.U.P., apresentaram, de modo geral, melhora na sua eficiência de carbono.

No subgrupo 1 é importante destacar o setor Agropecuária, pois este setor figurou como o quarto maior emissor de CO_{2-eq}. Apesar de ser responsável por grande parcela das emissões nacionais, o crescimento das emissões no período estudado foi de apenas 8%, sendo menor do que o crescimento da sua produção, 24%, e bem menor do que o crescimento do

PIB que foi de 46%. Quanto à sua eficiência de carbono, notou-se que o índice manteve-se praticamente o mesmo, refletindo a estabilidade das proporções em sua matriz energética. Esse setor tem a particularidade de ser o provedor de insumos por excelência, estando na base da cadeia produtiva, o que faz com que a sua estrutura seja muito importante para o processo produtivo como um todo. Apesar de sua estrutura se mostrar rígida, notou-se que a utilização de Lenha e Carvão tem perdido espaço para o uso de eletricidade, o que pode levar, gradativamente, a uma condição de eficiência energética melhor. Essa tendência de substituição de Lenha e Carvão por eletricidade já foi observada por Wachsmann (2005, p. 37).

No que se refere ao setor Petróleo e Gás, notou-se que suas emissões cresceram de forma acentuada, 146%, elevando sua posição no *rank* de volume de emissões de CO_{2-eq}, mas, apesar desse aumento, o seu índice de eficiência de carbono melhorou cerca de 20%, sinalizando mudança na proporção de fontes energéticas, principalmente através da diminuição do uso do Óleo Combustível e Querosene, junto com o aumento do uso de Gás Natural e Eletricidade.

O setor de Elementos Químicos manteve-se na nona posição em emissões de CO_{2-eq}, com crescimento de 22%, aproximadamente, e piora no quadro de eficiência de carbono, passando de 21^o para o 11^o lugar do *rank* de setores com menor eficiência. Isso não significa que o setor não tenha evoluído no uso de energéticos mais eficientes, pois o uso de Óleo Combustível diminuiu sensivelmente e o Gás Natural passou a representar 25% de sua matriz energética sendo que anteriormente representava apenas 12%. O que de fato aconteceu foi que os demais setores tiveram melhora suficientemente grande para serem mais eficientes do que esse setor que manteve a sua eficiência praticamente estável.

O setor S.I.U.P., que manteve suas emissões praticamente estáveis no período de 1996 a 2003, aumentadas apenas em 3%, mostrou melhora da sua eficiência energética em, aproximadamente, 39%. Isso se deveu ao fato de esse setor ser um prestador de serviços e de sua matriz energética ter ampliado a utilização do Gás Natural, menos poluente do que o Óleo Combustível, que antes participava com proporção maior.

No que tange ao subgrupo 2, praticamente todos os setores apresentaram melhora na eficiência de carbono e aumento abaixo da média no nível de emissões de CO_{2-eq}. No entanto, um setor que chama atenção é o setor Máquinas e Equipamentos, que mostrou crescimento nas emissões equivalente a 30%, sendo pouco menor que o crescimento de sua produção que foi de 31%. Sendo assim, houve piora em sua eficiência de carbono, que caiu cerca de 6%. Há, ainda, nesse subgrupo, outros setores que apresentaram piora em sua eficiência de

carbono. No entanto, esses setores possuem os menores coeficientes e essa piora se deve, basicamente, à diminuição em seus respectivos níveis de produção, com exceção do setor Aluguel de Imóveis. Este setor teve aumento de produção aliado à manutenção das proporções do uso das fontes energéticas, o que permitiu que setores nos quais existiu substituição de energéticos menos eficientes passassem à frente desse setor, tornando-o, assim, relativamente menos eficiente.

Com a observação e análise do potencial gerador de emissões de CO_{2-eq} para os setores, isto é, a combinação do nível de emissão total de poluentes e seu respectivo efeito multiplicador (eficiência de carbono), tem-se um perfil dos setores com maior responsabilidade quanto à degradação do meio ambiente no que diz respeito à emissão de CO_{2-eq}.

5.3 FAMÍLIAS

Nesta seção serão feitas as análises do padrão de gastos das famílias de acordo com os três níveis de renda, confrontando-se com a eficiência de carbono das classes, que representa a variação das emissões de CO_{2-eq} com relação aos gastos nos três níveis de renda.

5.3.1 Padrão de consumo das famílias

Os gastos das Classes Baixa, Média e Alta tiveram aumento de 63%, 33% e 32%, respectivamente, nos anos de 1996 e 2003. A diferença no crescimento dos gastos se deve, em parte, ao alargamento da Classe Baixa que aumentou sua proporção nas famílias 10,28 pontos percentuais (p.p.), o que fez com que os gastos globais das famílias tenham aumentado mais significativamente nessa classe.

A distribuição dos gastos das classes de acordo com os setores produtivos dá indícios dos padrões de consumo de cada uma. A Tabela 10 mostra a proporção dos gastos de cada classe em relação aos seus respectivos gastos totais para os oito setores que se alternaram

entre os cinco que mais receberam a alocação da renda das famílias⁴⁰, o que representa, em média, 75% de seus orçamentos.

Tabela 10 – Proporção dos gastos das classes com relação a seus respectivos gastos totais, Brasil, 1996 e 2003.

SETOR	1996			2003			Δ p.p.		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
24 TRANSPORTES	5,2%	4,5%	3,0%	6,9%	6,5%	4,4%	1,7	2,0	1,3
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	19,8%	14,9%	9,6%	17,0%	14,9%	8,0%	-2,8	0,0	-1,6
1 AGROPECUÁRIA	9,5%	6,8%	4,4%	6,6%	5,0%	2,1%	-2,9	-1,9	-2,2
23 COMÉRCIO	14,4%	11,6%	11,9%	19,4%	9,1%	5,1%	5,1	-2,5	-6,8
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	0,7%	1,7%	5,4%	1,2%	4,4%	13,2%	0,4	2,7	7,8
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	9,5%	14,1%	20,1%	10,3%	15,7%	20,8%	0,8	1,6	0,7
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	20,4%	23,2%	20,1%	15,6%	15,2%	11,9%	-4,8	-8,0	-8,3
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,8%	1,4%	3,0%	1,6%	2,6%	6,9%	0,9	1,2	3,9
OUTROS SETORES	19,7%	21,7%	22,5%	21,4%	26,6%	27,6%	1,7	4,9	5,1

Fonte: Dados da pesquisa.

A distribuição dos gastos das famílias indica qual o padrão de consumo de cada classe, evidenciando quais os setores que, proporcionalmente, mais recebem os recursos das famílias de acordo com as classes. Em acordo com os resultados obtidos por Wachsmann (2005, p. 144), observou-se, no presente trabalho, que o consumo das famílias, de modo geral, apresentou queda na demanda proporcionalmente à sua renda, nos setores Indústria de Alimentos, Agropecuária e Aluguel de Imóveis, tendo, ainda, as Classes Alta e Média redução no consumo ligado ao setor Comércio.

De acordo com as classes de renda, os setores que mais receberam recursos se alternaram nos anos estudados. A Classe Baixa aplicou a maior parte de seu orçamento no Aluguel de Imóveis, na Indústria de Alimentos e no Comércio, demonstrando que sua aplicação se restringe, sobretudo, a bens de primeira necessidade, isto é, moradia e alimentação. Já com relação à Classe Média, sua renda é aplicada, prioritariamente, em Aluguel de Imóveis, na Indústria de Alimentos e em Serviços Prestados à Família, mostrando maior demanda em prestação de serviços.

Tanto a Classe Baixa quanto a Classe Média não alteraram os setores de que mais demandam bens e serviços. Contudo, a proporção se modificou um pouco no período. A Classe Baixa passou a demandar mais do setor de Comércio, enquanto a Classe Média diminuiu de demanda por Aluguel de Imóveis, manteve estável a sua demanda do setor Indústria de Alimentos e aumentou a demanda por Serviços Prestados à Família.

Quando se analisaram os hábitos de consumo da Classe Alta, notou-se que, no período observado, houve mudança de quadro significativa nos três setores de maior alocação de

⁴⁰A relação completa, constando todos os setores, se encontra no ANEXO O.

renda. Em 1996 os setores que mais recebiam recursos dessa classe eram: Aluguel de Imóveis, Serviços Prestados à Família e o Comércio. Já em 2003 o setor Comércio perdeu espaço para as Instituições Financeiras. Esse panorama da classe revela demanda crescente por serviços pois, ampliando-se a análise, verificou-se que setores como Comunicações e Serviços Privados Não-Mercantis tiveram forte crescimento na participação dos gastos das famílias de Classe Alta.

Dessa forma, observando-se os demais setores, denominados na Tabela 10 como Outros Setores, pôde-se mensurar melhor distribuição dos gastos no decorrer do período, sobretudo para as Classes Média e Alta, pois o crescimento desses gastos, em termos de pontos percentuais, foi mais acentuado, mostrando sua diversificação. Já era de se esperar que os demais setores tivessem crescimento menor, relativamente, na Classe Baixa, dada a pouca mobilidade gerada pela sua restrição orçamentária.

A comparação e a diferenciação entre o padrão de consumo das classes se tornou mais evidente ao se observar a Figura 19, em que é possível visualizar que, proporcionalmente, os gastos da Classe Baixa são maiores do que os gastos das outras duas classes em setores que fazem parte do grupo com maior potencial gerador de emissões de CO₂-eq, como Transportes, Indústria de Alimentos e Agropecuária. Além disso, os setores em que a Classe Baixa não desponta são setores em que a eficiência de carbono é melhor do que a média nacional e, ainda, o volume total de emissões de CO₂-eq é baixo, dada sua natureza de prestadores de serviços.

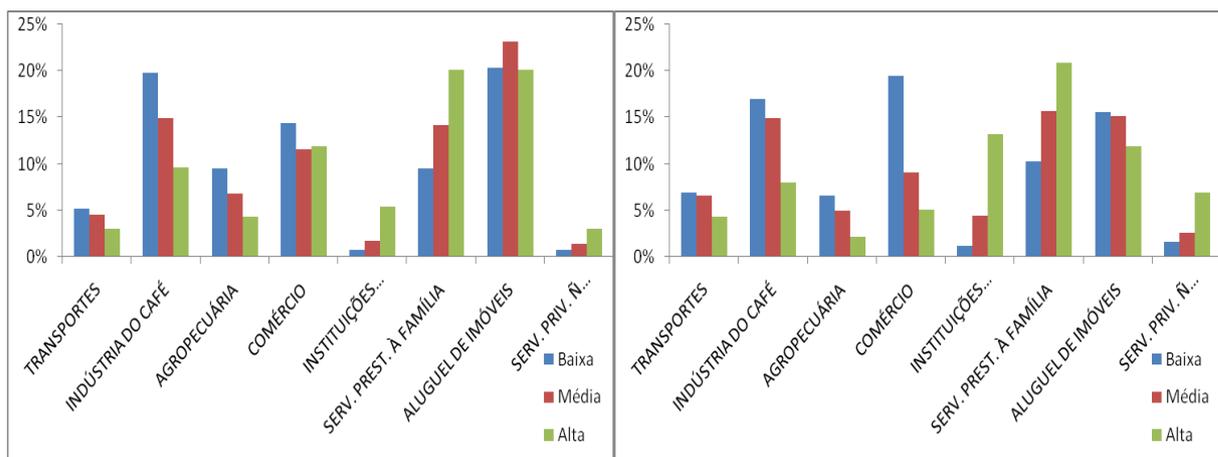


Figura 19 – Setores que mais recebem a alocação da renda das famílias, Brasil, em 1996 (à esquerda) e em 2003 (à direita).

Fonte: Dados da pesquisa.

Traçando-se, ainda, um paralelo com o estudo de Munksgaard (2000, p. 436), em que os dados possibilitaram verificar que a mudança no *mix* de mercadorias teve pouco influência no aumento das emissões, conclui-se que não havia cenário favorável à redução nos gastos

com energia na produção de alimentos. No Brasil, isso equivale à constatação de que os gastos das famílias com os setores Indústria de Alimentos e Agropecuária não apresentam perspectivas de mudanças no quadro de emissões e eficiência de carbono, mantendo-se a tendência de gastos nesses setores e, conseqüentemente, o potencial poluidor a partir de sua demanda.

Agora, tendo como base os setores de maior volume de emissões de CO_{2-eq}, os gastos das famílias podem ser analisados, separando-se os setores em dois grupos:

- Grupo A: Transportes; Siderurgia; Indústria de Alimentos; Mineral Não Metálico; Celulose, Papel e Gráfica; Refino do Petróleo; Agropecuária; S.I.U.P.; Elementos Químicos; Extrativa Mineral e Petróleo e Gás.
- Grupo B: Demais setores da economia.

A Tabela 11 apresenta a proporção dos gastos de cada classe em relação aos seus respectivos gastos totais para os grupos supracitados. Nessa distribuição se percebeu que as famílias de Classe Baixa são as que, proporcionalmente, alocam maior volume de recursos nos setores que mais emitem CO_{2-eq}.

Tabela 11 – Proporção dos gastos das classes de acordo com o volume de emissões de CO_{2-eq}, Brasil, 1996 e 2003.

SETOR	1996			2003			Δ p.p.		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
GRUPO A	39,86%	31,69%	21,96%	36,58%	34,47%	23,34%	-3,28	2,78	1,38
TRANSPORTES	5,21%	4,52%	3,04%	6,92%	6,55%	4,36%	1,71	2,03	1,31
SIDERURGIA	0,34%	0,52%	0,36%	0,19%	0,21%	0,13%	-0,15	-0,31	-0,23
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	19,83%	14,93%	9,60%	17,02%	14,97%	8,03%	-2,81	0,04	-1,57
AGROPECUÁRIA	9,52%	6,83%	4,36%	6,60%	4,96%	2,12%	-2,92	-1,87	-2,24
REFINO DO PETRÓLEO	0,74%	0,38%	0,11%	1,76%	2,33%	2,95%	1,01	1,95	2,84
CEL., PAPEL E GRÁFICA	0,45%	0,56%	0,67%	0,56%	1,05%	1,47%	0,11	0,49	0,80
MINERAL NÃO METÁLICO	0,36%	0,24%	0,11%	0,16%	0,12%	0,04%	-0,20	-0,11	-0,06
S.I.U.P.	2,92%	2,74%	2,36%	2,97%	3,46%	3,48%	0,06	0,72	1,12
ELEMENTOS QUÍMICOS	0,49%	0,96%	1,33%	0,33%	0,76%	0,73%	-0,16	-0,19	-0,60
PETRÓLEO E GÁS	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,04%	0,01%	0,05	0,04	0,01
EXTRATIVA MINERAL	0,01%	0,01%	0,01%	0,03%	0,03%	0,01%	0,02	0,01	0,00
GRUPO B	60,14%	68,31%	78,04%	63,42%	65,53%	76,66%	3,28	-2,78	-1,38
CONSTRUÇÃO CIVIL	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,03%	0,02%	0,03	0,03	0,02
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,45%	0,46%	0,47%	0,48%	0,58%	0,69%	0,03	0,12	0,22
VEÍCULOS E PEÇAS	0,78%	2,33%	4,78%	0,54%	1,58%	4,19%	-0,23	-0,75	-0,59
INDÚSTRIA TÊXTIL	0,84%	0,83%	0,64%	0,67%	0,81%	0,58%	-0,17	-0,03	-0,06
MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	3,24%	3,12%	2,62%	1,87%	1,95%	1,45%	-1,37	-1,17	-1,18
MÁQ. E EQUIPAMENTOS	0,21%	0,22%	0,23%	0,09%	0,10%	0,09%	-0,13	-0,12	-0,14
OUTROS SETORES	54,62%	61,34%	69,30%	59,74%	60,48%	69,65%	5,12	-0,86	0,35

Fonte: Dados da pesquisa.

Vale destacar que, dado o baixo volume de gastos das classes com alguns desses setores, por mais que esses setores tenham alto potencial poluidor – seja por sua ineficiência

de carbono ou por o volume de emissões de CO_{2-eq} ser pequeno – a variação do consumo em pontos percentuais tem pouca importância quando se quer estabelecer a eficiência de carbono das classes.

No grupo A se encontram os setores que emitiram, em média, acima de um milhão de toneladas de CO_{2-eq} nos anos estudados. Os setores Siderurgia e Mineral Não-Metálico têm sua parcela nos gastos das famílias abaixo de meio por cento, o que não os torna fatores de relevância no consumo e consequente emissão de CO_{2-eq} por parte das famílias. O que se nota é que a Classe Média é a que demanda mais desses setores, comparando-se com as outras classes e, em todas as classes, a participação desse setor diminuiu. Outro setor que também apresentou diminuição na alocação dos gastos das famílias foi o setor Elementos Químicos que, a exemplo dos setores Siderurgia e Mineral Não-Metálico, registra participação nos gastos das famílias não superior a 0,6%, sendo as famílias de Classe Alta as que reservam maior parcela de seu orçamento para consumir bens desse setor que, prioritariamente, é um fornecedor de matéria prima para os demais setores da economia.

Com relação ao setor Transportes, notou-se que o volume da participação dos gastos cresceu em média 1,7 p.p., sendo a Classe Média a que mais aumentou seus gastos, enquanto a Classe Baixa foi a que mais gastou com transportes, comparativamente às outras, alocando, em 2003, aproximadamente 7% do total de sua renda.

Cohen (2005, p. 187), em sua tese, destaca o fato de o setor Transportes não ter grande variação em sua participação nos gastos das famílias, de acordo com dez classes de renda, mas indica que os gastos médios com transporte apresentam relação linear e diretamente proporcional com a renda. Contudo, Cohen considera gasto médio familiar por classe, isso indica quais famílias, de acordo com a classe, gastam mais com transporte, mas não indica qual a relação dos gastos médios da classe com relação a seu respectivo orçamento total. É de se esperar que, quanto maior for a renda, os gastos absolutos por setores devem ser ampliados, dado o maior poder de compra, bem como, maior poder de escolha e decisão alcançado com o orçamento ampliado. Contudo, no presente estudo, o interesse, quanto aos gastos das famílias, é verificar qual a relação de eficiência dos gastos por classe de renda, isto é, deseja-se verificar qual a classe de renda que, de forma agregada, aloca menos eficientemente seus recursos quanto à eficiência de carbono.

No que tange ao setor Extrativa Mineral, tal setor é predominantemente fornecedor de insumos aos demais setores, por isso a variação nos gastos é pequena. Já com relação aos setores Refino do Petróleo e Petróleo e Gás, a proporção dos gastos é um pouco maior, dada a estreita ligação com o setor transportes. Nota-se que o consumo das famílias aumentou de

1 p.p. a 2 p.p. no período nesses setores, sendo a Classe Alta a que mais destinou renda para o consumo de produtos dos mesmos.

Dessa forma, no grupo A, é possível observar demanda maior por parte da Classe Baixa para os setores Indústria de Alimentos e Agropecuária. Como discutido em parágrafos anteriores, esses setores representam a demanda por produtos alimentícios e, dado o crescimento do número de famílias nessa classe, é natural que a demanda continue alta mesmo apresentando queda em pontos percentuais entre 1996 e 2003. A maior participação desses setores no orçamento das famílias de Classe Baixa se deve ao fato da restrição orçamentária dessa classe, que deve alocar tal volume de recursos em alimentação.

Com relação aos percentuais de gastos das classes com o setor S.I.U.P., verificou-se que os mesmos são próximos e, praticamente, não houve alteração nos anos estudados para as famílias da Classe Baixa, sendo que as Classes Média e Alta ampliaram em 26% e 47% respectivamente os gastos com esse setor, representando maior demanda por energia, dado que esse setor tem, por atributos, a geração e distribuição de energia elétrica, bem como prestação de serviços ligados ao saneamento básico.

Sendo assim, ao se analisar o grupo A, verificou-se que, em média, a Classe Baixa dispôs de 38 % de sua renda, enquanto as Classes Média e Alta dispuseram de 33% e 23%, respectivamente. O fato de a Classe Baixa destinar cerca de 2/5 de seu orçamento para os setores com maior volume de emissões de CO_{2-eq} reforça a hipótese do presente estudo de que as classes de renda mais baixa da economia brasileira demandam volume maior de emissão. Contudo, ainda é necessário avaliar os setores do grupo B e, assim, realizar o próximo passo na discussão dos dados – análise de eficiência de carbono das famílias.

O grupo B detém os setores com menor volume de emissões de CO_{2-eq}. Eles são responsáveis por receber a outra parte do orçamento das famílias. Verificou-se que o percentual de gastos com tais setores é, em média, 77% para a Classe Alta e variou pouco entre 1996 e 2003. Isso representa uma parcela significativa dos gastos dessa classe, 3/4, que, comparada com o gastos da Classe Média, em torno de 67%, e da Classe Baixa, 62%, apresentou-se com uma melhor condição de diminuição nas emissões, pois se as Classes Baixa e Média tivessem os mesmos padrões de consumo, ou seja, destinassem 77% de seus respectivos orçamentos para os setores do grupo B, o volume de emissões tenderia a baixar.

Contudo, é importante observar que a Classe Baixa demonstrou evolução no período, pois aumentou a participação desses setores em 3,28 p.p., passando a apresentar volume de gastos de 63% de sua renda. Mesmo assim, essa classe reservou uma parcela de sua renda superior à das outras classes para os setores com menor eficiência de carbono.

Vale ressaltar que os dados até aqui analisados confirmam a indicação de Moraes (2007, p. 58) que afirmou que “o consumo das famílias possivelmente se alterou em direção ao consumo de produtos menos intensivos em energia” pois, conforme discussão anterior, as famílias diminuíram a demanda por produtos de setores com maior volume de emissões e passaram a consumir de setores mais eficientes, ou seja, com índice de eficiência setorial de carbono mais baixo.

5.3.2 Índice de eficiência de carbono das famílias

Todos os resultados e análises apresentados até aqui indicam que as famílias de Classe Baixa são as que, proporcionalmente, gastam mais com os setores com coeficientes de eficiência de carbono mais elevado, ou seja, setores menos eficientes. Para se completar a análise e poder verificar a eficiência de carbono de cada classe, segue-se a análise dos coeficientes de eficiência de carbono das classes por setor e em nível agregado.

Ao se observar os coeficientes de eficiência de carbono das classes, pôde-se notar que, assim como ocorreu com a eficiência de carbono dos setores, também houve expressiva melhora da eficiência. Isso se deve, em parte, à melhora do uso de energéticos mais eficientes adotados pelos setores produtivos (WACHSMANN, 2005).

Contudo, como os coeficientes de eficiência de carbono das classes dependem da alocação de renda das mesmas, notou-se número maior de setores onde a eficiência não melhorou, se comparada com a eficiência setorial. Mesmo assim, a eficiência das classes obteve, no agregado da economia, melhoras significativas.

Os setores em que a eficiência de carbono das classes piorou, conforme Tabela 12, foram: Mineral Não-Metálico; Siderurgia; Material Elétrico; Elementos Químicos e Artigos Plásticos. Nesses setores se notou que as famílias passaram a consumir menos, mesmo porque tais setores são, prioritariamente, setores intermediários.

A piora da eficiência de carbono das classes nos setores supracitados se deve, em parte, à queda do consumo das famílias nesses setores de menor eficiência de carbono setorial pois, dada a relação inversamente proporcional entre os níveis crescentes de emissões de CO_{2-eq} desses setores, a eficiência de carbono das classes apresentou queda, isto é, seus índices aumentaram a exigência na quantidade de CO_{2-eq} emitida para se produzir a mesma unidade de produto.

Tabela 12 – Índices de eficiência de carbono das classes por setor (Kg/1000 R\$₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003.

SETOR	1996			2003		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
1 AGROPECUÁRIA	106,83	115,00	127,79	97,19	111,48	151,43
2 EXTRAT. MINERAL	2870,96	2314,62	2167,31	981,64	1265,33	2662,81
3 PETRÓLEO E GÁS	52529,98	42382,07	43324,63	1785,88	2664,76	6820,62
4 MINERAL Ñ METÁLICO	659,49	861,69	1535,97	680,63	889,39	2337,70
5 SIDERURGIA	2014,09	1546,60	2377,67	2170,18	2211,40	3752,54
6 MÁQUINAS E EQUIP.	46,00	44,12	44,26	42,60	40,89	48,40
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	7,26	7,36	7,61	9,50	9,72	11,40
8 VEÍCULOS PEÇAS	15,22	10,37	9,08	18,49	11,02	8,73
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	8,34	8,44	8,56	7,86	7,98	8,36
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	664,75	531,72	454,07	451,82	308,96	274,19
11 IND. DA BORRACHA	592,71	1026,62	2722,22	57,84	81,82	228,12
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	300,33	152,54	109,10	342,30	159,92	137,46
13 REFINO DO PETRÓLEO	817,44	1349,75	3967,06	192,10	157,83	123,40
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	38,51	38,92	40,33	33,12	33,44	35,65
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	209,58	248,73	248,57	279,19	320,78	508,63
16 IND. TÊXTIL	41,34	42,97	49,58	18,10	18,42	22,23
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	10,22	10,22	10,23	5,75	5,72	5,82
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	13,06	13,02	13,45	7,05	7,05	7,15
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	81,95	85,49	94,02	81,47	84,84	98,21
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	10,14	9,21	9,39	8,53	8,35	9,32
21 S.I.U.P.	171,71	173,69	184,38	99,64	94,55	98,60
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	1893,72	3065,83	3092,42	148,78	169,38	245,85
23 COMÉRCIO	1,32	1,39	1,37	0,94	1,22	1,55
24 TRANSPORTES	742,78	751,37	858,71	430,02	430,61	495,85
25 COMUNICAÇÕES	2,06	1,60	1,46	1,42	1,18	1,23
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	3,43	2,00	1,36	3,02	1,38	1,00
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	1,12	1,08	1,06	0,81	0,78	0,77
28 SERV. PREST. À EMPRESA	14,52	15,02	11,42	3,71	5,83	6,53
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	1,05	1,04	1,05	0,77	0,77	0,79
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	5,68	5,37	5,35	2,71	2,56	2,49
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,99	0,99	0,99	0,89	0,83	0,76
AGREGADO DA ECONOMIA	94,80	83,85	68,84	69,29	67,96	54,94

Fonte: Dados da pesquisa.

Se os índices de eficiência de carbono das classes forem observados setor a setor, notar-se-á alternância quanto a qual classe é mais eficiente com relação a determinado setor, isso, por si só, não evidencia qual classe possui maior potencial de emissões. Para se verificar tal potencial, a análise deve ser feita, observando-se tanto os setores para os quais as classes destinam maior parte de sua renda quanto os setores de maior potencial de emissões setoriais apresentados anteriormente.

No grupo dos oito setores que se alternam nas cinco primeiras posições no que diz respeito a gastos das classes, observou-se que, nos setores Comércio, Serviços Prestados à Família, Aluguel de Imóveis e Serviços Privados Não Mercantis, a eficiência de carbono das

classes foi alta, apresentando baixos níveis de exigência de emissões de CO₂-eq por real gasto e, praticamente, os mesmos valores, além de tendência de queda no período.

Com relação ao setor Instituições Financeiras, a classe com menor eficiência é a Classe Baixa, que requer aproximadamente três vezes mais emissões de carbono do que a Classe Alta e duas vezes mais que a Classe Média para cada real gasto. Isso ocorre dado o baixo nível de demanda dos serviços desse setor por parte da Classe Baixa.

Ao se analisar a Indústria de Alimentos, verificou-se baixo nível relativo de eficiência de carbono de forma geral, sendo a Classe Alta a que apresenta eficiência ligeiramente pior. Isso ocorre porque, relativamente às outras classes, a Classe Alta gasta menos nesse setor. Sendo assim, a porção de emissões que é atribuída a essa classe se torna alta dado o seu nível de gastos.

No que se refere aos setores Transportes e Agropecuária – setores de maior gasto das classes – observou-se, no setor de Agropecuária, melhor eficiência para a Classe Baixa com eficiências de carbono bem próximas para as outras classes. No setor Transportes o que se notou é que a Classe Alta é a menos eficiente em 1996 com as outras classes, apresentando níveis de eficiência bem próximos. Contudo, em 2003, dada a melhora de eficiência de carbono das classes nesse setor – na ordem de 43% – houve aproximação do nível de eficiência entre as classes, caindo a diferença do índice entre as mesmas (Tabela 12).

Ao se analisar os setores, utilizando-se o agrupamento de acordo com o volume de emissões de carbono definido no item 5.3.1, sendo o Grupo A composto pelos dez maiores emissores e o Grupo B contendo os demais setores, a relação de eficiência por grupo apresenta outros padrões. A Tabela 13 traz a eficiência de carbono das classes de acordo com esses grupos.

Tabela 13 – Eficiência de carbono das classes por grupo (Kg/1000 R\$₂₀₀₃), Brasil, 1996 e 2003.

GRUPOS	1 996			2 003			Δ %		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Grupo A	231.87	256.87	302.71	184.97	192.09	227.51	-20%	-25%	-25%
Grupo B	3.53	3.36	3.06	2.45	2.68	2.41	-31%	-20%	-21%
Agregado da economia	94,60	83,76	68,92	69,24	68,01	54,98	-27%	-19%	-20%

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação ao Grupo A, a Classe Alta possuiu o índice de menor eficiência de carbono, enquanto que as demais classes apresentaram índices relativamente próximos. Isso ocorreu pois os gastos dessa classe são menores, relacionados aos das demais classes. Contudo, observou-se aumento dos gastos nesse grupo em menor magnitude do que nas outras classes. É importante frisar que a Classe Alta já apresenta, em seu padrão de consumo,

nível estacionário das proporções gastas nos setores do Grupo A, enquanto as demais classes demandam cada vez mais, principalmente do setor Transportes, que é o setor de maior nível de emissões de CO_{2-eq}. Sendo assim, apesar de a Classe Alta apresentar o índice de menor eficiência de carbono para o Grupo A, a tendência é de que os níveis de eficiência das classes se equiparem no decorrer do tempo, podendo até, em um cenário mais distante, apresentar inversão das posições nos níveis de eficiência para esse grupo.

No Grupo B, a classe apresentou o menor índice de eficiência de carbono foi a Classe Média (lembrando que quanto menor o índice, melhor a eficiência), sendo que, nos anos analisados neste estudo, todas as classes apresentaram melhora em seus respectivos índices.

Finalmente, ao se observar a eficiência de carbono das classes com relação ao agregado da economia, verificou-se que, em 1996, a Classe Baixa emitia 95 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ contra 83 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ e 66 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ das Classes Média e Alta, respectivamente, significando que, para cada 1000 reais gastos pela Classe Baixa, eram emitidos 95 Kg de carbono contra 83 Kg da Classe Média e 66 Kg da Classe Alta. Já em 2003, com a melhora generalizada dos índices de eficiência de carbono setoriais e dos índices de carbono das classes, verificou-se baixa significativa em todas as classes, sendo a menor melhora a da Classe Média que atingiu índices 19% menores do que em 1996.

A Figura 20 evidencia a tendência de melhora nos níveis de eficiência de carbono das classes bem como a tendência de as classes de menor renda apresentarem nível de exigência de emissões de carbono maior, indicando que essas classes emitem volume maior de CO_{2-eq} por real gasto. Para o ano de 2003 a Classe Alta emitiu, aproximadamente, 14 Kg de CO_{2-eq} a menos do que as outras classes para cada mil reais gastos.

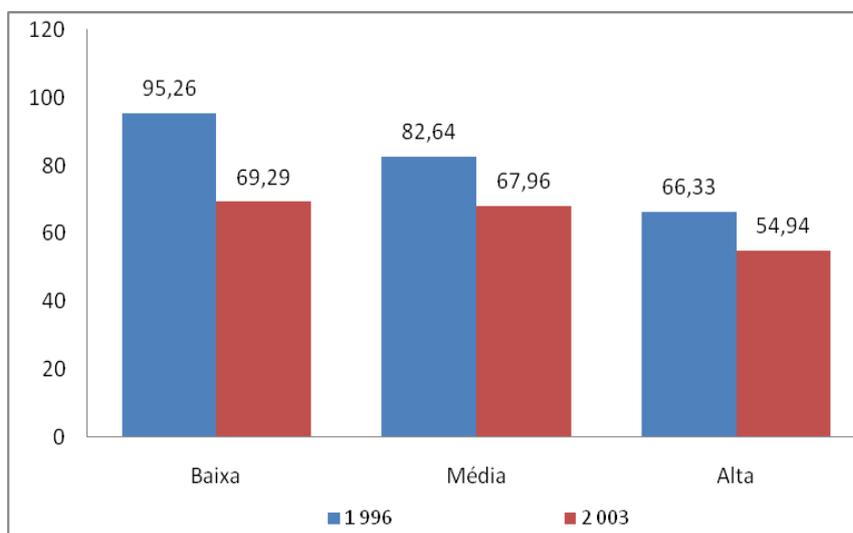


Figura 20 – Eficiência de carbono das classes (Kg/1000 R\$2003).
Fonte: Dados da pesquisa.

Essa tendência também foi observada por Munsgaard (2000), Brännlund e Ghalwash (2006) e pode ser explicada pois

Goods with relative high income elasticities tend to have relatively low emission intensities, and vice versa. This means that an increase in income tends to give rise to a move from high emission-intensive goods to low emission-intensive goods. A typical example is consumption of petrol for cars and consumption of recreation. Petrol has a relatively low income elasticity (below one), but very high emission intensity, whereas recreation has a relatively high income elasticity, but relatively low emission intensity (BRÄNNLUND; GHALWASH, 2006, p. 20).

Dessa forma, o aumento na renda das famílias bem como a melhora em sua distribuição podem levar a padrões de consumo menos intensivos em emissões de CO₂-eq.

6 CONCLUSÕES

Este estudo teve por objetivos verificar e analisar o nível de emissões de CO_{2-eq} por classe de renda no Brasil, bem como as mudanças e contribuições para a matriz energética brasileira, associadas a tais emissões entre 1996 e 2003. Através da análise de Insumo-Produto se detectou quais os setores com maior potencial de emissões setoriais bem como se verificou a estrutura da demanda de emissões de carbono de acordo com os gastos das famílias nos três níveis de renda adotados distribuídos entre os setores produtivos.

Inicialmente se traçou um panorama da evolução do tema ambiental no mundo e no Brasil desde a Revolução Industrial, especialmente a partir de 1970, quando o mundo passou por suas duas principais crises energéticas. Verificou-se a crescente preocupação mundial com a questão energética, principalmente frente ao aquecimento global, que obrigou as nações do mundo a se posicionar e estudar mais a fundo essa questão.

Em âmbito nacional, pôde-se verificar a participação ativa nas discussões mundiais e, também, foi destacada a questão das queimadas e dos desmatamentos que fazem com que o Brasil seja grande emissor de CO_{2-eq}. Contudo, pela falta de dados relativos às queimadas e aos desmatamentos, fez-se a escolha de trabalhar com o setor produtivo da economia com base em dados do Balanço Energético Nacional, disponibilizados pelo Ministério de Minas e Energia que, em conjunto com dados do Sistema de Contas Nacionais, da Pesquisa de Orçamento Familiar e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, formaram o banco de dados básico para concretização deste trabalho.

Os dados disponíveis puderam fornecer, além de dados energéticos, dados socioeconômicos que permitiram descrição pormenorizada da evolução da matriz energética com relação a dados como PIB, número de habitantes e PIB *per capita*. Verificou-se que o crescimento das emissões de CO_{2-eq} foi relativamente menor do que o crescimento da oferta interna de energéticos e menor do que o crescimento do PIB. Tais constatações embasaram a afirmação de que a matriz energética brasileira está a caminho de índices de eficiência energética e de carbono cada vez melhores.

Tal melhora da eficiência energética e de carbono foi propiciada pela crescente substituição de energéticos menos eficientes, como Lenha e Carvão Vegetal, por Gás Natural, através de avanços em sua produção e distribuição. Basta observar que em 1996 o país consumia 9.947×10^3 tep (3,5% do total de energéticos), passando para 14.838×10^3 tep (7,7%

do total de energéticos) em 2003. Com relação à Energia Elétrica, Hidráulica e à produção de álcool, dada a exploração do potencial da geografia do país, suas taxas de crescimento relativas ao PIB mostraram que a “velocidade” com que vem aumentando sua participação na matriz energética tende a estabelecer padrões de geração de energia cada vez mais limpos para o Brasil. Dessa forma, investimentos na ampliação da oferta do Gás Natural, Energia Elétrica, Hidráulica e produção de álcool, contribuem para melhorar a eficiência energética e de carbono, podendo, cada vez mais, garantir o Brasil como um país de vanguarda da produção de energia limpa.

Vale ressaltar, ainda, que a descrição inicial do panorama nacional mostrou a redistribuição das famílias entre as Classes Baixa, Média e Alta, verificando-se melhor distribuição de renda com o aumento no número de famílias classificadas na Classe Baixa.

Com relação aos resultados obtidos, as emissões de CO_{2-eq} cresceram aproximadamente 16% entre 1996 e 2003. Mas, dado o maior crescimento do PIB, cerca de 46%, a mensuração da eficiência de carbono melhorou 21%, passando de 44 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 1996 para 35 Kg/1000 R\$₂₀₀₃ em 2003, deixando-se, assim, de emitir 8,7 kg de CO₂ para cada mil reais gastos.

Ao se analisar os componentes da demanda final, verificou-se que a distribuição das emissões variou pouco com relação às famílias, que mantiveram, aproximadamente, 60% das emissões. Contudo, as Exportações passaram a representar 24,2% das emissões totais da economia em 2003, tendo crescimento de 7,8 p.p. em relação a 1996. Esse crescimento demonstrou a adequação da produção voltada para a exportação dada a expansão da planta produtiva nacional após a abertura comercial.

Os setores que mais contribuíram para o volume total das emissões de CO_{2-eq} foram: Transportes; Siderurgia; Indústria do Café; Agropecuária; Refino do Petróleo; Minerais não metálicos; S.I.U.P.; Celulose, Papel e Gráfica; Elementos Químicos; Extrativa Mineral; e Petróleo e Gás, responsáveis por 96% das emissões totais, sendo que os cinco primeiros não se alternaram em suas posições nos anos estudados. Contudo, alguns setores reduziram suas emissões e isso se deveu, em alguns deles, à substituição de energéticos menos eficientes em carbono, como Óleo Diesel e Gasolina, por Eletricidade e Álcool. Já em outros setores, como Construção Civil, a diminuição de 29% nas emissões se deveu às dificuldades de ampliação de mercado pelas condições macroeconômicas desfavoráveis. Destacou-se, contudo, o setor Indústria Têxtil, em que a queda do uso de Óleo Diesel e a quase extinção do uso de Carvão a Vapor, junto com a expansão do uso de Gás Natural e a ampliação da Eletricidade, fizeram com que esse setor tivesse redução de 26% nas emissões.

Ao se analisar a eficiência de carbono setorial, percebeu-se tendência de melhora em quase todos os setores e, em outros, verificou-se pouca variação nos índices. Isso torna concreto que o Brasil está se utilizando, cada vez mais, de fontes energéticas menos poluentes e, conseqüentemente, com menores índices de eficiência de CO₂-eq.

Com relação às famílias, verificou-se que o padrão de consumo apresentado pela distribuição dos gastos das classes de acordo com os setores produtivos demonstrou que as famílias de Classe Baixa aplicaram a maior parte de seu orçamento no Aluguel de Imóveis, na Indústria de Alimentos e no Comércio, sendo assim coerente com suas restrições orçamentárias, aplicando sua renda, prioritariamente, em bens de primeira necessidade. Já as Classes Média e Alta aplicaram a maior parte de sua renda em Aluguel de Imóveis, na Indústria de Alimentos e em Serviços Prestados à Família, mostrando maior demanda pela prestação de serviços, tendo ainda a Classe Alta maior volume de alocação de seus rendimentos em Instituições Financeiras. Dessa forma, as classes de maior renda tendem a consumir, cada vez mais, dos setores de serviços que, como verificado, apresentam os melhores índices de eficiência de carbono.

Conseqüentemente, ao se observar a eficiência de carbono das classes, verificou-se que, mesmo com a melhora dos índices de eficiência de carbono setoriais e dos índices de carbono das classes, existe a tendência de que classes de menor renda apresentem nível de exigência de emissões de carbono maior, tendo assim maior volume de emissões de carbono por real gasto do que em classes de renda superior.

Este trabalho procurou colaborar na descrição do panorama energético e de emissões de CO₂-eq do Brasil a partir de análises de eficiência de carbono setorial e das classes de renda. Tal contribuição é no sentido de apoiar os tomadores de decisão e *policymakers* quanto aos possíveis impactos de suas decisões, visando conciliar o crescimento econômico e energético com a preservação do meio ambiente. É evidente que a má distribuição de renda tem provocado maiores pressões ambientais a partir da demanda de classes de renda inferior e, por isso mesmo, políticas de transferência de renda têm feito parte das prioridades dos últimos governos. No entanto, existem outras formas de se melhorar a distribuição de renda e a preservação ambiental, por exemplo, fazendo-se investimentos em cultura e educação.

Quanto a investimentos na estrutura energética, o Brasil possui vantagens geográficas e conjunturais que devem ser exploradas. As bacias hidrográficas brasileiras permitem a exploração de usinas hidrelétricas que não emitem CO₂-eq, e, ainda, imensas áreas cultiváveis propícias ao cultivo de cana-de-açúcar, para a produção de álcool, e de plantas oleaginosas, que permitem a produção do biodiesel, que emite menos CO₂-eq. Esse combustível, sendo

energético substituto para o setor Transportes, maior emissor em volume de carbono, permite a melhora, cada vez mais acentuada, da matriz energética brasileira sem causar um “apagão” nesse setor, podendo ser usado por outros setores produtivos.

Por fim, para se aperfeiçoar os resultados obtidos por este estudo, sugere-se, além da atualização do mesmo, o aprofundamento e/ou a abordagem dos seguintes tópicos: considerar as queimadas e o desmatamento que são hoje grandes fontes emissoras de GEE; trabalhar com um número maior de classes de renda, para se observar com maior detalhamento quais as variações nos hábitos de consumo da Classe Média-Baixa (3 a 5 salários mínimos); considerar as disparidades de renda regionais, bem como incluir variáveis sócio-culturais como escolaridade; e verificar o impacto de tributações específicas das emissões de GEE que estão sendo estudadas em conjunto pelos governos do Brasil e dos Estados Unidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000. 22 p.

ALCÁNTARA, V. Análisis Input-Output y emisiones de CO₂ Em España: um primer análisis para La determinación de sectores clave em la emisión. Bellaterra, 2007. In: **Documents de treball de la Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales – Col·lecció d'Economia**, 2007. Disponível em: <<http://www.ecap.uab.es/repec/doc/wpdea0702.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2008.

ALCÁNTARA, V. et al. Regional decomposition of CO₂ emissions in the world: a cluster analysis. Barcelona, 2003. In: **Documents de treball de la Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales – Col·lecció d'Economia**, 2003. Disponível em: <<http://www.ecap.uab.es/RePEc/doc/wpdea0306.pdf>>. Acesso em: 7 mar. 2008.

AYRES, R. A.; KNEESE, A. V. Production, Consumption, and Externalities. **The American Economic Review**, [S.l.], v. 59, no. 7, p. 282-297, 1969.

BRÄNNLUND, R.; GHALWASH, T. **The income-pollution relationship and the role of income distribution evidence from Swedish household data**. UMEÅ University, 2006. (Umeå Economic Studies, 677). Disponível em: <<http://www.econ.umu.se/ues/ues677.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2008.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. 1999a. Disponível em: <<http://ftp.mct.gov.br/clima/quioto/bndes.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Um guia do processo da mudança do clima**. 1999b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0007/7301.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Emissões de gases de efeito estufa do sistema energético: Abordagem bottom-up. In: _____. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília, DF, 2002.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação nacional inicial do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança de clima**. Coordenação - Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília, DF, 2004a.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2004**. Brasília, DF, 2004b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Emissões de gases de efeito estufa por queima de combustíveis**: abordagem Bottom-Up. 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17350.html>>. Acesso em: 5 mar. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Contribuição do Brasil para evitar a mudança do clima**. 2007. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 5 mar. 2008.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **O Brasil e a convenção do clima**. 2008a. Disponível em: <<http://200.130.9.7/Clima/brasil/convencao.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2008.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2008**. Brasília, DF, 2008b. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432>. Acesso em: 12 dez. 2008.

CARDENETE, M. A. et al. Energy intensities and CO₂ emissions in the Andalusian economy: A SAM analysis for the year 2000. In: EUROPEAN CONGRESS OF THE REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, 47., 2007, Sevilha. **Anais eletrônicos...** Sevilha: [s.n.], 2007. Disponível em: <<http://sadapt.inapg.inra.fr/ersa2007/papers/735.pdf>> Acesso em: 5 fev. 2008.

CASIMIRO FILHO, F. **Contribuições do turismo à economia brasileira**. 2002. 220 f. Tese (Doutorado em Ciências)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

COHEN, C. A. M. J. **Padrões de consume**: desenvolvimento, meio-ambiente e energia no Brasil, DF, 2005. 224 f. Tese (Doutorado em Ciências)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

COHEN, C. A. M. J. et al. Energy Requirements of Households in Brazil. **Energy Policy**, Londres, v. 33, no. 4, p. 555-562, 2005.

CRUZ, L. et al. **Estrutura económica, intensidade energética e emissões de CO₂**: uma abordagem Input-Output. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra – Portugal, 2007. (Estudos do GEMF, 08-2007). Disponível em: <http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2007/gemf_2007-08.pdf> Acesso em: 6 mar. 2008.

DIAS, J. et al. Institutions, Education and Growth: The Role of Entrepreneurs. **Journal of Development Economics**, [S.l.], v. 80, no. 2, p. 299-328, 2006.

DUCHIN, F. et al. Mathematical models in input-output economics. In: **Rensselaer – Working Papers in Economics**. New York, 2007. Disponível em: <<http://www.economics.rpi.edu/workingpapers/rpi0703.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

GUILHOTO, J. J. M. **Leontief e insumo-produto**: antecedentes, princípios e evolução. Piracicaba: ESALQ, 2001. 64 p. (Série Seminários, 15).

GUILHOTO, J. J. M. et al. Crescimento econômico e distribuição de renda: análise a partir das estruturas econômicas do Brasil contemporâneo, In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 25., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2006.

GUILHOTO, J. J. M. et al. **Impactos ambientais e regionais de cenários de crescimento da economia brasileira – 2002/2012**. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. p. 1-17. (Texto para discussão, 892).

HILGEMBERG, E. M. et al. Uso de combustíveis e emissões de CO₂ no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 49-99, 2006.

HOEN, A. A decomposition analysis of the emission of CO₂. In: 43rd European Congress of the Regional Science Association, Jyväskylä, 2003. **Anais Eletrônicos...** Jyväskylä. Disponível em: <<http://www.ersa.org/ersaconfs/ersa03/cdrom/papers/151.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2008

HOFFMANN, R. Transferências de renda e a redução da desigualdade no Brasil e 5 regiões entre 1997 e 2004. **Econômica**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 55-81, jun. 2006.

IBGE. Sistema de contas nacionais. 2003a. **Download**: banco de dados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2008.

_____. Sistema de Contas Nacionais. 2003b. **Download**: tabelas de recursos e usos - metodologias. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2008.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: PNAD (compact disk). Rio de Janeiro. 1996a.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: Microdados (compact disk). Rio de Janeiro. 1996b.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: PNAD (compact disk). Rio de Janeiro. 2003c.

_____. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: Microdados (compact disk). Rio de Janeiro. 2003d.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares**: POF (compact disk). Rio de Janeiro. 1996c.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares**: Microdados (compact disk). Rio de Janeiro. 1996d.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares**: POF (compact disk). Rio de Janeiro. 2003e.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares**: Microdados (compact disk). Rio de Janeiro. 2003f.

_____. Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980-2050 – Revisão 2004. **Download**: Tabelas. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2009.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA. Unidades Legais: é muito fácil de escrever. (s.d.). Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br> > Acesso em: 10 jan. 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE. **Greenhouse gas inventory reporting instructions - IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. [S.l], IPCC, 1997. v. 1, 2, 3.

INTERGOVERNMENTAL PANEL CLIMATE CHANGE. **The IPCC Data Distribution Centre**. 2008. Disponível em: <http://www.ipcc-data.org/ddc_co2.html>. Acesso em: 22 dez. 2008.

ISARD, W. E. et al. On the linkage of the socioeconomic and ecological systems. **Regional Science Association Papers**, [S.l], v. 21, p. 79-99, 1968.

ISTAKE, M. **Comércio externo e interno do Brasil e das suas macrorregiões: um teste do Teorema de Heckscher-Ohlin**. 2003. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARENGO, J. et al. Impacto das modificações da mudança climática - Síntese do Terceiro Relatório do IPCC. Condições climáticas e recursos hídricos no Norte do Brasil. **Clima e recursos hídricos 9**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/FBMC-ANA, 2003. p. 209-233.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.

MORAIS, A. F. **Análise setorial das emissões de CO₂ no Brasil**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

MORENO, J. A. D. et al. **Análisis de la distribución de las emisiones de CO₂ a nivel internacional mediante la adaptación del concepto y las medidas de polarización**. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, 2007. Disponível em: <<http://www.ecap.uab.es/RePEc/doc/wpdea0706.pdf>> Acesso em: 15 mar. 2008.

MORILLA, C. R. LLANES, G. Matriz de contabilidad social y medioambiental: aplicación a las emisiones de gases efecto invernadero de la economía española del año 2000. **Documento de trabajo Fedea** (eee175). 2004 Disponível em: <<http://www.fedea.es>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

MORILLA, C. R. et al. Economic and environmental efficiency using a social accounting matrix. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 60, p. 774-786, 2007.

MORILLA, C. R. et al. La SAMEA y la eficiencia económica y ambiental em España. Andalucía. Centro de Estudios Andaluces – **Consejería de la Presidencia**, 2005b (Documento de Trabajo, E2005/09).

MORILLA, C. R. et al. **Multiplicadores domésticos SAMEA em modelo multisectorial econômico y ambiental de España**. Fundacion de Estudios Economia Aplicada – FEDEA, 2005a (Estudios sobre la economia Española, EEE – 184). Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/fda/fdaeee/184.html>> Acesso em: 7 fev. 2008.

MOTTA, R. S. **Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2002 (Texto para discussão, 856).

MUNKSGAARD, J. et al. Impacto f household consumption on CO₂ emissions. **Energy Economics**, Copenhagen, v. 22, p. 423-440, 2000.

PORSSE, A. A. **Multiplicadores de impacto na economia gaúcha**: aplicação do modelo de insumo-produto fechado de Leontief. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 2002 (Documentos FEE, no 52).

ROCA, J. et al. Income growth and atmospheric pollution in Spain: an input-output approach. In: Intermediate Input-Output Meeting, 2007, Sendai, Japan. **Documents de treball de la Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales – Col·lecció d’Economia**, 2007. Disponível em: <http://www.iioa.org/pdf/Intermediate-2006/Full%20paper_Roca.pdf>. Acesso em: 25 fev, 2008.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono**: uma aplicação do modelo CERT. 2003. 196 f. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas)-Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>> Acesso em: 28 dez. 2008.

STROMMAN, A. H. et al. Shifting trade patterns as a means to reduce global CO₂ emissions: Implications for the aluminium industry. **Rensselaer – Working Papers in Economics**. New York, 2005.

VELÁZQUEZ, S. M. et al. Perspectivas para a geração de energia elétrica no segmento de papel e celulose brasileiro. In: CONGRESO IBEROAMERICA DE INVESTIGACION EN ACELULOSA Y PAPEL, 5., 2008. Guadalajara. **Anais eletrônicos...** Guadalajara: [S.l.], 2008. Disponível em: <<http://www.riadicyp.org.ar>>. Acesso em: 18 jun. 2009.

WACHSMANN, U. **Mudanças no consumo de energia e nas emissões associadas de CO₂ no Brasil entre 1970 e 1996**: uma análise de decomposição estrutural. 2005. 207 f. Tese (Doutorado Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

WIER, M. et al. Effects of household consumption patterns on CO₂ Requirements. **Economic Systems Research**, Londres, v. 13, n. 3, p. 259-274, 2001.

YOHANNES, K. G. et al. Interrelationship and causal linkages between socioeconomic and environmental factors. In: AIR & WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION’S, 90., 1997, Toronto. **Annual Meeting & Exhibition**. Toronto, 1997. Disponível em: <http://mpr.a.ub.uni-muenchen.de/664/1/MPRA_paper_664.pdf> Acesso em: 14 mar. 2008.

ANEXOS

ANEXO A – Critérios de agregação, para o consumo das famílias, das despesas da POF nos 80 produtos da MIP, Brasil.

Produtos segundo a Matriz de Insumo-Produto – MIP	Código do produto na POF ou critério de agregação†
1 CAFÉ EM COCO*****	
2 CANA-DE-AÇÚCAR	6625
3 ARROZ EM CASCA*****	
4 TRIGO EM GRÃO*****	
5 SOJA EM GRÃO*****	
6 ALGODÃO EM CAROÇO*****	
7 MILHO EM GRÃO	6307
8 BOVINOS E SUINOS*****	
9 LEITE NATURAL	9125 a 9155
10 AVES VIVAS	9144, 9122, 9130, 9137 e 9139
11 OUTROS PRODUTOS AGROPECUÁRIOS	Produtos <i>in natura</i> e outros animais vivos, exceto aves vivas.
12 MINÉRIO DE FERRO*****	
13 OUTROS MINERAIS*****	
14 PETRÓLEO E GÁS*****	
15 CARVÃO E OUTROS*****	
16 PRODUTOS MENERAIS NÃO METÁLICOS	6801 a 6803, 6805 a 6808 e 6857
17 PRODUTOS SIDERÚRGICOS BÁSICOS	
18 LAMINAÇÃO DE AÇO*****	
19 PRODUTOS METALÚRGICOS NÃO FERROSSO	4609, 4610
20 OUTROS PRODUTOS METALÚRGICOS	0810, 0811, 0824, 0833, 0842, 0850 e 0873
21 FAB. E MAN. DE MÁQ. E EQUIPAMENTOS	0907, 0942 a 0947 e 1217
22 TRATORES E MÁQ. DE TERRAPLANAGEM*****	
23 MATERIAIS ELÉTRICOS	Materiais elétricos aplicados na construção e eletrodomésticos.
24 EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS	Acessórios eletrônicos e eletrodomésticos.
25 AUTOMÓVEIS, CAMINHÕES E ÔNIBUS	5001 a 5004, 5007, 5009, 5011, 5100, 5101, 5110, 5111, 5151, 5120, 5121
26 OUTROS VEÍCULOS E PEÇAS	Demais veículos (terra, água e ar) e peças em geral.
27 MADERIA E MOBILIÁRIO	Artefatos de madeira em geral, mobília, decoração, utensílios domésticos e para crianças.
28 PAPEL, CELULOSE, PAPELÃO E ARTEFATOS	Artigos de papelaria, livros, fotocópias, revistas e assinaturas.
29 PRODUTOS DA BORRACHA	1646, 2969, 2978, 3809, 3928 e 3954.
30 ELEMENTOS QUÍMICOS NÃO PETROQUÍMICOS*****	
31 ÁLCOOL DE CANA E CEREAIS	2306
32 GASOLINA PURA*****	
33 ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	0712 e 2313.
34 OUTROS PRODUTOS DO REFINO	0705, 0708, 0709 e 2317.
35 PRODUTOS PETROQUÍMICOS BÁSICOS#	
36 RESINAS*****	
37 GASOALCOOL	2307
38 ADUBOS#	
39 TINTAS	0808, 0809, 3708, 3721, 4035, 4320 e 9537.
40 OUTROS PRODUTOS QUÍMICOS#	
41 PRODUTOS FARMACÊUTICOS E DE PERFUMARIA	Produtos farmacêuticos, de perfumaria, limpeza e inseticidas.
42 ARTIGOS DE PLÁSTICO	Artigos de plástico em geral.
43 FIOS TÊXTEIS NATURAIS	3700 a 3705 e 3724.
44 TECIDOS NATURAIS	3700 a 3705 e 3724.
45 FIOS TÊXTEIS ARTIFICIAIS	3700 a 3705 e 3724.
46 TECIDOS ARTIFICIAIS	3700 a 3705 e 3724.
47 OUTROS PRODUTOS TÊXTEIS	3700 a 3705 e 3724.
48 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	Roupas e acessórios em geral.
49 PRODUTOS DE COURO E CALÇADOS	3520, 3719, 3800 a 3802, 3804 a 3808, 3812 a 3821 e 3823.
50 PRODUTOS DO CAFÉ	2405, 9325, 9326, 9336, 9337, e 9364.
51 ARROZ BENEFICIADO	6301 a 6303, 6333, 6337, 6401 a 6403, 6760, 9206, 9229, 9409 e 9470.
52 FARINHA DE TRIGO	6410
53 OUTROS PROD. ALIM. BENEFICIADOS	Alimentos beneficiados em geral, temperos, carnes de outros animais, peixes e animais aquáticos em geral, ovos, conservas, embutidos, gordura e banha.

Produtos segundo a Matriz de Insumo-Produto – MIP	Código do produto na POF ou critério de agregação†
54 CARNE BOVINA	6873, 6874, 6901 a 6932, 6969, 6971, 6979, 6986 9026, 9029, 9251 a 9255, 9283, 9296 e 9297.
55 CARNES DE AVES ABATIDAS	9046, 9047, 9051, 9101 a 9113, 9115, a 9121, 9138, 9140 a 9142, 9285, 9291, 9419.
56 LEITE BENEFICIADO	2434, 6420, 9151, 9156 a 9159 e 9188.
57 OUTROS LATICÍNIOS	2413, 2439, 2440, 9160 a 9164, 9167 a 9170, 9172, 9174 a 9182, 9187 e 9196.
58 AÇÚCAR	6701 a 6703 e 6720.
59 ÓLEO VEGETAL EM BRUTO*****	
60 ÓLEO VEGETAL REFINADO	9403 a 9408, 9411 a 9417, 9426, 9427 e 9429.
61 RAÇÕES E OUTROS ALIMENTARES	1640, 9591, 9592 e 9594.
62 BEBIDAS	Bebidas alcoólicas ou não.
63 PRODUTOS DIVERSOS	Produtos escolares, esportivos, brinquedos, instrumentos musicais, acampamentos, utensílios sem classificação.
64 SIUP	Gastos com água, eletricidade, gás, combustíveis domésticos, esgoto, lazer, entre outros.
65 PRODUÇÃO DAS CONSTRUÇÃO CIVIL***	Aquisição e reforma de imóveis.
66 MARGEM DE COMÉRCIO*****	
67 MARGEM DE TRANSPORTE	Gastos com viagem e transporte diversos.
68 COMUNICAÇÕES	0704, 0713 a 0715, 1314, 1317, 1672, 2200 a 2202, 1302, 1303, 1309, 1638, 1639, 1673, 1697.
69 SEGUROS	1205, 4706, 4807, 4808, 4813, 4828, 5000 e 5006.
70 SERVIÇOS FINANCEIROS	Taxas bancárias, financiamentos e previdência privada.
71 ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO	Gastos com viagem, exceto transporte.
72 OUTROS SERVIÇOS	Manutenção de: artigos do lar; artigos pessoais; instrumentos musicais. Mão-de-obra em geral. Cerimônias e festas.
73 SAÚDE E EDUCAÇÃO MERCANTIS	Gastos com saúde e educação privadas.
74 SERVIÇOS PRESTADOS À EMPRESA*****	
75 ALUGUEL DE IMÓVEIS	1005, 1010, 1016, 1018, 1203, 4702 e 4703.
76 ALUGUEL IMPUTADOS#	
77 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA#	
78 SAÚDE PÚBLICA*****	
79 EDUCAÇÃO PÚBLICA*****	
80 SERVIÇOS NÃO MERCANTIS PRIVADOS	Gastos com serviços domésticos.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

† Pelo grande número de produtos é inviável a especificação individual.

* Consumo zero na MIP de 1988.

** Consumo zero na MIP de 1996.

*** Consumo zero na MIP de 2003.

Consumo não verificado na POF.

ANEXO B – Parâmetros de consumo, para criação dos índices, dos setores sem base de comparação na POF, Brasil.

Produtos da MIP sem base de comparação na POF	Produtos que servem de parâmetro
35 PRODUTOS PETROQUÍMICOS BÁSICOS	OUTROS PRODUTOS DO REFINO
38 ADUBOS	ELEMENTOS QUÍMICOS*
40 OUTROS PRODUTOS QUÍMICOS	ELEMENTOS QUÍMICOS*
66 MARGEM DE COMÉRCIO	MARGEM DE COMÉRCIO*
74 SERVIÇOS PRESTADOS À EMPRESA	SERVIÇOS PRESTADOS À EMPRESA
76 ALUGUEL IMPUTADO	ALUGUEL DE IMÓVEIS
77 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA*

Fonte: Elaboração própria.

* Adotado o índice resultante dos recebimentos observados na PNAD.

ANEXO C – Compatibilização e agregação das atividades da PNAD e da MIP, Brasil.

Setores da MIP	Agregação dos setores	Código de atividade da PNAD
1 AGROPECUÁRIA	1 AGROPECUÁRIA	011 a 037, 041, 042 e 581
2 EXTRAT. MINERAL	2 EXTRAT. MINERAL	050 e 053 a 059
3 PETRÓLEO E GÁS	3 PETRÓLEO E GÁS	051 e 052
4 MINERAL Ñ METÁLICO	4 MINERAL Ñ METÁLICO	100
5 SIDERURGIA	5 SIDERURGIA	110
6 METALURG. Ñ FERROSOS		
7 OUTROS METALÚRGICOS		
8 MÁQUINAS E EQUIP.	6 MÁQUINAS E EQUIP.	120
10 MATERIAL ELÉTRICO	7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	130
11 EQUIP. ELETRÔNICOS		
12 AUTOM./CAM/ONIBUS	8 VEÍCULOS PEÇAS	140
13 PEÇAS E OUT. VEÍCULOS		
14 MADEIRA E MOBILIÁRIO	9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	150, 151 e 160
15 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	10 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	170 E 290
16 IND. DA BORRACHA	11 IND. DA BORRACHA	180
17 ELEMENTOS QUÍMICOS	12 ELEMENTOS QUÍMICOS	200
19 QUÍMICOS DIVERSOS		
18 REFINO DO PETRÓLEO	13 REFINO DO PETRÓLEO	201, 202, 352 e 477
20 FARMAC. E VETERINÁRIA	14 FARMAC. E VETERINÁRIA	210 e 220
21 ARTIGOS PLÁSTICOS	15 ARTIGOS PLÁSTICOS	230
22 IND. TÊXTIL	16 IND. TÊXTIL	240 e 241
23 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	250 e 532
24 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	18 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	190 e 251
25 INDÚSTRIA DO CAFÉ	19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	260, 261, 270 e 280
26 BENEF. PROD. VEGETAIS		
27 ABATE DE ANIMAIS		
28 INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS		
29 FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR		
30 FAB. ÓLEOS VEGETAIS		
31 OUTROS PROD. ALIMENT.		
32 INDÚSTRIAS DIVERSAS	20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	300
33 S.I.U.P.	21 S.I.U.P.	351 e 353
34 CONSTRUÇÃO CIVIL	22 CONSTRUÇÃO CIVIL	340 e 524
35 COMÉRCIO	23 COMÉRCIO	410 a 424, 582 e 583
36 TRANSPORTES	24 TRANSPORTES	471 a 476 e 588
37 COMUNICAÇÕES	25 COMUNICAÇÕES	481 e 482
38 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	451 a 453, 585 e 612
39 SERV. PREST. À FAMÍLIA	27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	463, 511, 512, 521 a 523, 525, 531, 533, 541, 542, 545, 551, 577, 586, 587, 622 a 624, 632, 801, 901 e 902
40 SERV. PREST. À EMPRESA	28 SERV. PREST. À EMPRESA	462, 464, 543, 552, 571 a 576, 578, 584 a 589
41 ALUGUEL DE IMÓVEIS	29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	461 e 584
42 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	354, 610, 611, 621, 631, 711 a 717 e 727
43 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	31 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	544 e 613 a 619

Fonte: Concebido com base na elaboração de Istake (2003, p. 135).

ANEXO D – Conversão de unidades de medida padrão.

1 tonelada equivalente de petróleo (tep)	10 ¹⁰ calorias (cal)
1 cal	4,1855 joule (J)
1 tonelada (t)	1 megagrama (Mg)
1 quilotonelada (kt)	1 gigagrama (Gg)
10 ³ tep	41,868 terajoules (TJ)
1 metro cúbico (m ³)	10 ³ litros (L)
1 barril de petróleo	159 litros (L)

Fonte: INMETRO (s.d.).

ANEXO E – Formação dos múltiplos e submúltiplos.

NOME	SÍMBOLO	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO DA UNIDADE
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	$10^1 = 10$
deci	d	$10^{-1} = 0,1$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
pico	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$

Fonte: INMETRO (s.d.).

ANEXO F – Alguns conceitos utilizados.

CONCEITO	DEFINIÇÃO
Unidades de Medida	Unidades que normalmente expressam as quantidades comercializadas das fontes de energia. Por exemplo: Para os sólidos a tonelada (t) ou libra(lb), para os líquidos o metro cúbico (m^3) ou barril (bbl), para os gasosos o metro cúbico (m^3) ou pé cúbico (pe^3) e para a eletricidade o watt (W) para potência e Watt-hora (Wh), para consumo energético o Watt-hora (Wh) ou joule (j), ou ainda a tonelada equivalente de petróleo (tep).
Unidade comum	Unidade na qual se convertem as unidades de medida utilizadas para as diferentes formas de energia.
Fatores de conversão	São coeficientes de equivalência, isto é, coeficientes que permitem passar as quantidades expressas numa unidade de medida para quantidades expressas numa unidade comum.
caloria (cal)	Quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de $14,5\ ^\circ C$ a $15,5\ ^\circ C$, à pressão atmosférica normal.
Poder calorífico	Quantidade de calor, em kcal, que desprende 1 kg ou $1\ m^3$ N de combustível, quando da sua combustão completa.
joule (J)	Unidade de trabalho, de energia e de quantidade de calor.

Fonte: INMETRO (s.d.).

ANEXO G – Índices de desagregação do consumo das famílias, Brasil, 1996 e 2003.

Índices de desagregação do consumo das famílias para 1996.

PRODUTO	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
1 CAFÉ EM COCO			
2 CANA-DE-AÇÚCAR	0,2077	0,5075	0,2848
3 ARROZ EM CASCA			
4 TRIGO EM GRÃO			
5 SOJA EM GRÃO			
6 ALGODÃO EM CAROÇO			
7 MILHO EM GRÃO	0,2659	0,4248	0,3093
8 BOVINOS E SUÍNOS			
9 LEITE NATURAL	0,2000	0,4298	0,3702
10 AVES VIVAS	0,2340	0,4034	0,3627
11 OUT. PROD. AGROPECUÁRIOS	0,3630	0,4021	0,2349
12 MINÉRIO DE FERRO			
13 OUTROS MINERAIS			
14 PETRÓLEO E GÁS			
15 CARVÃO E OUTROS			
16 PROD. MINERAIS Ñ METÁLICOS	0,2620	0,4424	0,2956
17 PROD. SIDERÚRGICOS BÁSICOS			
18 LAMINADOS DE AÇO			
19 PROD. METALÚRG. Ñ FERROSOS	0,0000	1,0000	0,0000
20 OUT. PROD. METALÚRGICOS	0,4810	0,3755	0,1435
21 FABRIC. E MANUT. MAQ. E EQUIP.	0,8140	0,1546	0,0314
22 TRATORES E MAQ. TERRAPLAN.			
23 MATERIAL ELÉTRICO	0,3830	0,4237	0,1933
24 EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS	0,4703	0,3664	0,1633
25 AUTOM.,CAMINHÕES E ÔNIBUS	0,7353	0,2368	0,0278
26 OUTROS VEÍCULOS E PEÇAS	0,5053	0,3929	0,1019
27 MADEIRA E MOBILIÁRIO	0,4726	0,3633	0,1642
28 PAPEL,CELUL.PAPELÃO E ARTEF.	0,5530	0,3314	0,1156
29 PRODUTOS DA BORRACHA	0,2276	0,4596	0,3128
30 ELEM. QUÍM. Ñ PETROQUÍMICOS			
31 ÁLCOOL DE CANA E CEREAIS	0,6610	0,3018	0,0372
32 GASOLINA PURA			
33 ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	0,7009	0,2484	0,0507
34 OUTROS PROD. DO REFINO	0,2275	0,4166	0,3559
35 PROD. PETROQUÍMICOS BÁSICOS	0,2275	0,4166	0,3559
36 RESINAS			
37 GASOALCOOL	0,6374	0,3141	0,0485
38 ADUBOS	0,4683	0,3758	0,1559
39 TINTAS	0,4538	0,3811	0,1651
40 OUTROS PROD. QUÍMICOS	0,4683	0,3758	0,1559
41 PROD. FARM. E DE PERFUMARIA	0,3889	0,4068	0,2043
42 ARTIGOS DE PLÁSTICO	0,4474	0,3507	0,2019
43 FIOS TÊXTEIS NATURAIS			
44 TECIDOS NATURAIS			
45 FIOS TÊXTEIS ARTIFICIAIS	0,4186	0,4043	0,1772
46 TECIDOS ARTIFICIAIS			
47 OUTROS PROD. TÊXTEIS			
48 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	0,4711	0,3775	0,1514

PRODUTO	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
49 PROD. COURO E CALÇADOS	0,4154	0,4205	0,1641
50 PRODUTOS DO CAFÉ	0,2776	0,4238	0,2986
51 ARROZ BENEFICIADO	0,2271	0,4366	0,3364
52 FARINHA DE TRIGO	0,2388	0,4727	0,2886
53 OUT. PROD. ALIMENT. BENEFIC.	0,3380	0,4100	0,2520
54 CARNE BOVINA	0,3069	0,4281	0,2650
55 CARNE DE AVES ABATIDAS	0,2636	0,4117	0,3248
56 LEITE BENEFICIADO	0,3192	0,4300	0,2508
57 OUTROS LATICÍNIOS	0,4883	0,3675	0,1441
58 AÇÚCAR	0,2313	0,4322	0,3365
59 OLEO VEGETAL EM BRUTO	0,2476	0,4458	0,3066
60 OLEO VEGETAL REFINADO	0,2476	0,4458	0,3066
61 RAÇÕES E OUT. ALIMENTARES	0,4878	0,3633	0,1489
62 BEBIDAS	0,3972	0,4160	0,1868
63 PRODUTOS DIVERSOS	0,5268	0,3583	0,1149
64 SERV. INDUST. DE UTIL. PÚBLICA	0,4469	0,3788	0,1743
65 PROD. DA CONSTRUÇÃO CIVIL			
66 MARGEM DE COMÉRCIO	0,4317	0,3448	0,2235
67 MARGEM DE TRANSPORTE	0,3697	0,4175	0,2128
68 COMUNICAÇÕES	0,6077	0,3137	0,0787
69 SEGUROS	0,8224	0,1545	0,0230
70 SERVIÇOS FINANCEIROS	0,7000	0,2457	0,0543
71 ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO	0,5726	0,3241	0,1033
72 OUTROS SERVIÇOS	0,5695	0,3333	0,0972
73 SAÚDE E EDUC.MERCANTIS	0,6495	0,2783	0,0722
74 SERV. PREST. À EMPRESA	0,6093	0,2663	0,1244
75 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,4636	0,3884	0,1480
76 ALUGUEL IMPUTADO	0,4636	0,3884	0,1480
77 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,3771	0,5264	0,0965
78 SAÚDE PÚBLICA			
79 EDUCAÇÃO PÚBLICA			
80 SERV. Ñ MERCANTIL PRIVADO	0,7012	0,2411	0,0577

Fonte: Dados da pesquisa.

Índices de desagregação do consumo das famílias para 2003.

PRODUTO	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
1 CAFÉ EM COCO			
2 CANA-DE-AÇÚCAR			
3 ARROZ EM CASCA	0,0355	0,5694	0,3951
4 TRIGO EM GRÃO	0,5235	0,1635	0,3130
5 SOJA EM GRÃO	0,4192	0,3810	0,1997
6 ALGODÃO EM CAROÇO			
7 MILHO EM GRÃO	0,1659	0,5017	0,3324
8 BOVINOS E SUÍNOS	0,2540	0,4483	0,2978
9 LEITE NATURAL	0,1522	0,5190	0,3288
10 AVES VIVAS	0,1682	0,4929	0,3388
11 OUT. PROD. AGROPECUÁRIOS	0,2540	0,4483	0,2978
12 MINÉRIO DE FERRO			
13 OUTROS MINERAIS	0,2214	0,4809	0,2977
14 PETRÓLEO E GÁS			
15 CARVÃO E OUTROS			
16 PROD. MINERAIS Ñ METÁLICOS	0,2214	0,4809	0,2977
17 PROD. SIDERÚRGICOS BÁSICOS			
18 LAMINADOS DE AÇO			
19 PROD. METALÚRG. Ñ FERROSOS			
20 OUT. PROD. METALÚRGICOS	0,3651	0,4427	0,1922
21 FABRIC. E MANUT. MAQ. E EQUIP.	0,6587	0,2851	0,0562
22 TRATORES E MAQ. TERRAPLAN.	0,6587	0,2851	0,0562
23 MATERIAL ELÉTRICO	0,3481	0,4431	0,2088
24 EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS	0,4530	0,3754	0,1716
25 AUTOM.,CAMINHÕES E ÔNIBUS	0,7834	0,1892	0,0274
26 OUTROS VEÍCULOS E PEÇAS	0,5012	0,4026	0,0961
27 MADEIRA E MOBILIÁRIO	0,4184	0,3896	0,1920
28 PAPEL,CELUL.PAPELÃO E ARTEF.	0,5986	0,3192	0,0822
29 PRODUTOS DA BORRACHA	0,1783	0,4533	0,3684
30 ELEM. QUÍM. Ñ PETROQUÍMICOS	0,1783	0,4533	0,3684
31 ÁLCOOL DE CANA E CEREAIS	0,5195	0,4150	0,0656
32 GASOLINA PURA			
33 ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	0,6430	0,2712	0,0857
34 OUTROS PROD. DO REFINO	0,2325	0,4597	0,3078
35 PROD. PETROQUÍMICOS BÁSICOS	0,2325	0,4597	0,3078
36 RESINAS			
37 GASOALCOOL	0,6805	0,2769	0,0426
38 ADUBOS	0,4620	0,3292	0,2088
39 TINTAS	0,5299	0,3751	0,0949
40 OUTROS PROD. QUÍMICOS	0,4620	0,3292	0,2088
41 PROD. FARM. E DE PERFUMARIA	0,3690	0,4301	0,2009
42 ARTIGOS DE PLÁSTICO	0,3360	0,4311	0,2329
43 FIOS TÊXTEIS NATURAIS			
44 TECIDOS NATURAIS			
45 FIOS TÊXTEIS ARTIFICIAIS	0,4062	0,4233	0,1705
46 TECIDOS ARTIFICIAIS			
47 OUTROS PROD. TÊXTEIS			
48 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	0,4595	0,3951	0,1454
49 PROD. COURO E CALÇADOS	0,4430	0,4146	0,1424
50 PRODUTOS DO CAFÉ	0,2323	0,4407	0,3270
51 ARROZ BENEFICIADO	0,1612	0,4311	0,4077

PRODUTO	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
52 FARINHA DE TRIGO	0,2321	0,5265	0,2414
53 OUT. PROD. ALIMENT. BENEFIC.	0,2994	0,4383	0,2623
54 CARNE BOVINA	0,2981	0,4517	0,2502
55 CARNE DE AVES ABATIDAS	0,2415	0,4673	0,2912
56 LEITE BENEFICIADO	0,3547	0,4326	0,2126
57 OUTROS LATICÍNIOS	0,5159	0,3775	0,1066
58 AÇÚCAR	0,1731	0,4526	0,3743
59 OLEO VEGETAL EM BRUTO	0,1980	0,4600	0,3420
60 OLEO VEGETAL REFINADO	0,1980	0,4600	0,3420
61 RAÇÕES E OUT. ALIMENTARES	0,4072	0,4434	0,1494
62 BEBIDAS	0,4240	0,4242	0,1518
63 PRODUTOS DIVERSOS	0,5397	0,3476	0,1127
64 SERV. INDUST. DE UTIL. PÚBLICA	0,4861	0,3634	0,1505
65 PROD. DA CONSTRUÇÃO CIVIL			
66 MARGEM DE COMÉRCIO	0,2575	0,3594	0,3831
67 MARGEM DE TRANSPORTE	0,3697	0,4175	0,2128
68 COMUNICAÇÕES	0,5187	0,3711	0,1103
69 SEGUROS	0,8850	0,1007	0,0144
70 SERVIÇOS FINANCEIROS	0,7361	0,2352	0,0286
71 ALOJAMENTO E ALIMENTAÇÃO	0,5384	0,3481	0,1135
72 OUTROS SERVIÇOS	0,5731	0,3401	0,0868
73 SAÚDE E EDUC.MERCANTIS	0,6022	0,2982	0,0995
74 SERV. PREST. À EMPRESA	0,4446	0,3151	0,2403
75 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,4102	0,3945	0,1953
76 ALUGUEL IMPUTADO	0,4102	0,3945	0,1953
77 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,4617	0,3834	0,1549
78 SAÚDE PÚBLICA			
79 EDUCAÇÃO PÚBLICA			
80 SERV. Ñ MERCANTIL PRIVADO	0,7789	0,1848	0,0362

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO H – Índices de desagregação da renda das famílias de acordo com os setores agregados, Brasil, 1996 e 2003.

Índices de desagregação da renda das famílias para 1996.

SETORES	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
1 AGROPECUÁRIA	0,3022	0,2357	0,4621
2 EXTRAT. MINERAL	0,3153	0,3625	0,3222
3 PETRÓLEO E GÁS	0,7989	0,1844	0,0167
4 MINERAL Ñ METÁLICO	0,3391	0,3081	0,3528
5 SIDERURGIA	0,3726	0,4520	0,1754
6 MÁQUINAS E EQUIP.	0,4230	0,4453	0,1318
7 MATERIAL ELÉTRO-ELETRÔNICO	0,3978	0,4268	0,1753
8 VEÍCULOS PEÇAS	0,3842	0,5027	0,1131
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	0,2590	0,3726	0,3684
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	0,4390	0,3978	0,1632
11 IND. DA BORRACHA	0,4703	0,3973	0,1324
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	0,4683	0,3758	0,1559
13 REFINO DO PETRÓLEO	0,7002	0,2369	0,0629
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	0,6210	0,2509	0,1281
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	0,2816	0,4054	0,3131
16 IND. TÊXTIL	0,2746	0,3599	0,3655
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	0,1916	0,3026	0,5057
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	0,2390	0,2692	0,4918
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	0,3222	0,3660	0,3118
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	0,4106	0,3334	0,2559
21 S.I.U.P.	0,4837	0,4503	0,0659
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	0,2269	0,4232	0,3499
23 COMÉRCIO	0,4317	0,3448	0,2235
24 TRANSPORTES	0,3715	0,4623	0,1661
25 COMUNICAÇÕES	0,4773	0,4104	0,1124
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	0,6501	0,3072	0,0427
27 SERV. PRÉST. À FAMÍLIA	0,4126	0,3483	0,2391
28 SERV. PRÉST. À EMPRESA	0,6093	0,2663	0,1244
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,6545	0,2517	0,0938
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,3771	0,5264	0,0965
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,0887	0,1859	0,7254

Fonte: Dados da pesquisa.

Índices de desagregação da renda das famílias para 2003.

SETORES	Índices por Classe		
	Baixa	Média	Alta
1 AGROPECUÁRIA	0,2394	0,2102	0,5504
2 EXTRAT. MINERAL	0,2807	0,4881	0,2312
3 PETRÓLEO E GÁS	0,6939	0,2446	0,0615
4 MINERAL Ñ METÁLICO	0,1875	0,3158	0,4967
5 SIDERURGIA	0,2437	0,4456	0,3107
6 MÁQUINAS E EQUIP.	0,3622	0,4236	0,2142
7 MATERIAL ELÉTRO-ELETRÔNICO	0,4120	0,3683	0,2198
8 VEÍCULOS PEÇAS	0,2738	0,4447	0,2815
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	0,1410	0,3080	0,5510
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	0,3833	0,3727	0,2440
11 IND. DA BORRACHA	0,2668	0,4484	0,2848
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	0,4620	0,3292	0,2088
13 REFINO DO PETRÓLEO	0,5401	0,3392	0,1207
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	0,0956	0,3707	0,5337
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	0,2160	0,3896	0,3944
16 IND. TÊXTIL	0,1517	0,2991	0,5492
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	0,1104	0,2188	0,6709
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	0,2214	0,1911	0,5876
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	0,2612	0,2622	0,4765
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	0,1840	0,3751	0,4409
21 S.I.U.P.	0,3970	0,4535	0,1495
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	0,1946	0,2544	0,5510
23 COMÉRCIO	0,2575	0,3594	0,3831
24 TRANSPORTES	0,2215	0,4701	0,3084
25 COMUNICAÇÕES	0,3654	0,3835	0,2512
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	0,5320	0,3467	0,1213
27 SERV. PRÉST. À FAMÍLIA	0,2858	0,3880	0,3262
28 SERV. PRÉST. À EMPRESA	0,4446	0,3151	0,2403
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,3601	0,3067	0,3332
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,4617	0,3834	0,1549
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,0000	0,0502	0,9498

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO I – Emissões totais de CO₂-eq, por componente da demanda final, Brasil, 1996 (t).

SETOR	Exportação	Governo	Investimentos	Classe Baixa	Classe Média	Classe Alta	Total	Rank total
1 AGROPECUÁRIA	650 095	217 684	567 680	1 048 199	1 869 851	1 824 374	6 177 882	24
2 EXTRATIVA MINERAL	540 954	22 418	248 969	36 338	82 108	104 178	1 034 964	5
3 PETRÓLEO E GÁS	115 860	41 869	161 304	85 602	166 208	198 292	769 135	19
4 MINERAL NÃO METÁLICO	493 087	149 837	3 316 354	243 612	483 131	532 103	5 218 122	1
5 SIDERURGIA	4 643 539	331 119	5 726 622	701 820	1 909 204	2 780 992	16 093 295	13
6 MÁQUINAS E EQUIPAMENTO	36 354	7 514	110 438	10 053	23 451	32 639	220 449	4
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	27 324	3 940	99 220	24 277	54 696	65 314	274 770	21
8 VEÍCULOS PEÇAS	67 345	9 805	96 610	12 184	57 602	142 027	385 573	10
9 MADERIA E MOBILIÁRIO	16 111	2 201	42 687	10 595	23 549	30 880	126 023	12
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	645 103	725 603	432 249	309 081	704 953	1 000 916	3 817 905	22
11 IND. DA BORRACHA	93 249	18 114	66 121	26 052	68 970	109 169	381 675	2
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	230 626	88 891	253 039	150 415	348 025	474 793	1 545 789	3
13 REFINO DO PETRÓLEO	804 958	306 389	971 821	627 710	1 212 868	1 442 341	5 366 086	14
14 FARMACÊUTICA E VETERINÁRIA	25 160	6 880	10 326	118 090	237 641	235 905	634 003	15
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	63 590	27 833	159 330	48 800	103 536	132 017	535 106	30
16 IND. TÊXTIL	35 662	9 450	12 373	35 824	85 388	103 509	282 206	8
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	2 869	752	716	22 861	56 955	71 122	155 275	11
18 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	42 664	397	2 739	7 992	19 899	20 121	93 812	16
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	1 394 819	222 293	336 348	1 675 656	3 039 199	2 954 473	9 622 789	7
20 IND. DIVERSAS	8 096	9 552	9 473	4 749	13 293	19 804	64 968	6
21 S.I.U.P.	285 968	511 906	393 240	516 248	1 134 943	1 421 866	4 264 172	17
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	2 462	10 139	979 029	6 662	16 640	21 013	1 035 945	29
23 COMÉRCIO	7 496	8 150	17 097	19 538	38 133	53 235	143 649	23
24 TRANSPORTES	4 717 138	1 705 275	3 270 751	3 987 631	8 090 197	8 554 348	30 325 340	27
25 COMUNICAÇÕES	1 530	2 443	1 923	1 932	5 914	10 382	24 123	9
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	2 764	2 396	3 304	2 598	8 265	24 104	43 432	18
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	2 478	11 316	2 033	10 954	36 256	69 741	132 777	20
28 SERV. PREST. À EMPRESA	4 585	16 603	8 057	3 485	7 649	11 625	52 002	28
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	944	2 038	1 674	22 173	57 542	69 408	153 779	26
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	3 364	381 067	3 964	2 648	5 872	8 299	405 215	25
31 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	0	0	0	798	3 335	9 698	13 831	31
TOTAL	14 966 193	4 853 874	17 305 490	9 774 575	19 965 273	22 528 687	89 394 092	..

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO J – Emissões totais de CO₂-eq, por componente da demanda final, Brasil, 2003 (t).

SETOR	Exportação	Governo	Investimentos	Classe Baixa	Classe Média	Classe Alta	Total	Rank total
1 AGROPECUÁRIA	1 555 923	132 099	727 580	1 019 603	1 821 426	1 409 922	6 666 553	24
2 EXTRATIVA MINERAL	1 018 179	37 915	270 744	50 445	107 816	121 297	1 606 395	5
3 PETRÓLEO E GÁS	683 184	90 611	180 265	152 063	339 680	444 057	1 889 858	19
4 MINERAL NÃO METÁLICO	812 218	307 645	3 066 137	169 445	358 852	441 372	5 155 669	1
5 SIDERURGIA	8 257 724	605 227	6 461 301	641 263	1 493 908	2 115 356	19 574 779	13
6 MÁQUINAS E EQUIPAMENTO	72 898	3 398	173 080	5 804	13 533	18 058	286 770	10
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	84 914	9 695	153 067	28 281	62 366	72 203	410 527	4
8 VEÍCULOS PEÇAS	200 868	4 552	159 415	15 952	57 300	160 233	598 320	21
9 MADERIA E MOBILIÁRIO	51 529	2 264	56 948	16 559	34 095	38 372	199 768	3
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	1 330 602	646 259	287 800	401 140	1 063 176	1 767 481	5 496 459	12
11 IND. DA BORRACHA	106 424	8 181	55 073	33 550	58 475	64 512	326 214	2
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	461 285	129 259	277 301	178 188	402 703	438 230	1 886 966	14
13 REFINO DO PETRÓLEO	1 469 676	314 273	643 276	537 223	1 209 631	1 594 941	5 769 021	22
14 FARMACÊUTICA E VETERINÁRIA	70 225	105 355	23 301	159 683	344 928	315 487	1 018 980	15
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	163 593	36 675	148 973	61 648	131 727	166 829	709 445	8
16 IND. TÊXTIL	31 778	2 617	916	19 416	49 014	56 770	160 512	30
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	4 251	1 301	-1 648	16 886	45 554	53 910	120 254	7
18 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	43 477	90	553	9 797	28 484	30 888	113 287	11
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	2 775 458	321 598	286 106	2 205 144	4 181 823	3 454 917	13 225 045	6
20 IND. DIVERSAS	5 934	7 329	2 470	4 697	14 185	24 555	59 169	9
21 S.I.U.P.	521 114	427 794	384 940	471 288	1 078 658	1 503 449	4 387 243	23
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	13 643	49 864	684 368	7 345	16 888	25 489	797 596	16
23 COMÉRCIO	29 391	7 603	24 665	29 164	36 235	34 456	161 515	27
24 TRANSPORTES	5 614 899	1 440 486	3 558 597	4 729 412	9 284 392	9 468 564	34 096 350	17
25 COMUNICAÇÕES	4 849	4 335	3 131	4 836	13 979	20 383	51 514	26
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	9 380	18 339	6 872	5 563	20 147	57 563	117 864	18
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	8 821	11 415	2 063	13 189	40 294	70 366	146 148	28
28 SERV. PREST. À EMPRESA	19 513	26 646	8 962	9 206	19 284	29 626	113 237	29
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	2 881	3 273	3 218	19 075	38 501	40 897	107 844	20
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	2 434	495 718	1 223	2 071	4 914	7 533	513 893	25
31 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	1 423	708	1 294	2 322	7 024	23 015	35 785	31
TOTAL	25 428 488	5 252 524	17 651 989	11 020 257	22 378 993	24 070 729	105 802 980	..

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO K – Total de emissões setoriais de CO₂-eq, por setor em ordem decrescente de emissões, Brasil, 1996 e 2003 (t).

1 996		2 003	
SETOR	(t)	SETOR	(t)
24 TRANSPORTES	30 325 340	24 TRANSPORTES	34 096 350
5 SIDERURGIA	16 093 295	5 SIDERURGIA	19 574 779
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	9 622 789	19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	13 225 045
1 AGROPECUÁRIA	6 177 882	1 AGROPECUÁRIA	6 666 553
13 REFINO DO PETRÓLEO	5 366 086	13 REFINO DO PETRÓLEO	5 769 021
4 MINERAL Ñ METÁLICO	5 218 122	10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	5 496 459
21 S.I.U.P.	4 264 172	4 MINERAL Ñ METÁLICO	5 155 669
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	3 817 905	21 S.I.U.P.	4 387 243
12 ELEMENTOS QUIMICOS	1 545 789	12 ELEMENTOS QUIMICOS	1 889 858
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	1 035 945	3 PETRÓLEO E GÁS	1 886 966
2 EXTRAT. MINERAL	1 034 964	2 EXTRAT. MINERAL	1 606 395
3 PETRÓLEO E GÁS	769 135	14 FARMAC. E VETERINÁRIA	1 018 980
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	634 003	22 CONSTRUÇÃO CIVIL	797 596
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	535 106	15 ARTIGOS PLÁSTICOS	709 445
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	405 215	8 VEÍCULOS PEÇAS	598 320
8 VEÍCULOS PEÇAS	385 573	30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	513 893
11 IND. DA BORRACHA	381 675	7 MATERIAL ELÉTRO-ELETRÔNICO	410 527
16 IND. TÊXTIL	282 206	11 IND. DA BORRACHA	326 214
7 MATERIAL ELÉTRO-ELETRÔNICO	274 770	6 MÁQUINAS E EQUIP.	286 770
6 MÁQUINAS E EQUIP.	220 449	9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	199 768
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	155 275	23 COMÉRCIO	161 515
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	153 779	16 IND. TÊXTIL	160 512
23 COMÉRCIO	143 649	27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	146 148
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	132 777	17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	120 254
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	126 023	26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	117 864
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	93 812	18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	113 287
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	64 968	28 SERV. PREST. À EMPRESA	113 237
28 SERV. PREST. À EMPRESA	52 002	29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	107 844
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	43 432	20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	59 169
25 COMUNICAÇÕES	24 123	25 COMUNICAÇÕES	51 514
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	13 831	31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	35 785
TOTAL	89 223 638	TOTAL	105 802 980

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO L – Produção total da economia por setor, Brasil, 1996 e 2003 (10⁶ R\$₂₀₀₃).

SETOR	1996	2003	Δ%
1 AGROPECUÁRIA	148 699	183 859	23,65%
2 EXTRAT. MINERAL	10 239	23 250	127,07%
3 PETRÓLEO E GÁS	9 916	44 241	346,16%
4 MINERAL Ñ METÁLICO	25 353	30 186	19,06%
5 SIDERURGIA	87 165	102 785	17,92%
6 MÁQUINAS E EQUIP.	37 047	48 374	30,57%
7 MATERIAL ELÉTRO-ELETRÔNICO	45 696	69 250	51,54%
8 VEÍCULOS PEÇAS	64 156	100 928	57,32%
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	21 035	33 698	60,20%
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	33 764	58 003	71,79%
11 IND. DA BORRACHA	10 726	11 500	7,22%
12 ELEMENTOS QUIMICOS	48 004	66 521	38,57%
13 REFINO DO PETRÓLEO	69 285	135 051	94,92%
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	17 684	35 922	103,13%
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	14 927	25 010	67,55%
16 IND. TÊXTIL	28 145	29 584	5,11%
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	15 404	22 164	43,88%
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	9 331	20 880	123,77%
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	162 001	216 028	33,35%
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	11 414	9 981	-12,55%
21 S.I.U.P.	52 268	102 704	96,49%
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	171 925	134 543	-21,74%
23 COMÉRCIO	145 809	224 885	54,23%
24 TRANSPORTES	69 524	134 803	93,89%
25 COMUNICAÇÕES	25 748	71 725	178,57%
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	105 982	164 108	54,85%
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	136 076	203 489	49,54%
28 SERV. PREST. À EMPRESA	57 183	157 666	175,72%
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	155 983	150 157	-3,74%
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	242 486	331 619	36,76%
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	13 927	49 825	257,76%
TOTAL	2 046 902	2 992 739	46,21%

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO M – Multiplicadores setoriais de emissões de CO₂-eq, Brasil, 1996 (Kg/1000 R\$₂₀₀₃).

SETOR	Modelo Fechado de Leontief							TOTAL
	Modelo Aberto de Leontief			Efeito Renda				
	Direto	Indireto	Tipo I	Baixa	Média	Alta	Tipo II	
1 AGROPECUÁRIA	4,18	4,15	8,33	1,17	1,33	3,97	6,47	14,80
2 EXTRATIVA MINERAL	10,35	9,54	19,89	0,97	2,04	4,86	7,88	27,77
3 PETRÓLEO E GÁS	8,32	4,59	12,91	0,26	1,22	6,51	7,99	20,90
4 MINERAL NÃO METÁLICO	20,52	13,48	34,00	1,02	1,79	4,59	7,39	41,39
5 SIDERURGIA	18,77	17,88	36,65	0,66	2,06	4,54	7,26	43,92
6 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	0,60	8,60	9,21	0,58	2,19	4,95	7,72	16,93
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	0,60	8,56	9,16	0,56	1,71	4,04	6,31	15,48
8 VEÍCULOS PEÇAS	0,60	10,39	10,99	0,50	1,99	4,25	6,73	17,72
9 MADERIA E MOBILIÁRIO	0,60	6,69	7,29	1,38	2,13	4,54	8,05	15,34
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	11,56	8,94	20,49	0,73	2,15	5,12	8,00	28,50
11 IND. DA BORRACHA	3,61	7,13	10,74	0,48	1,52	4,35	6,35	17,10
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	3,61	5,21	8,82	0,50	1,29	3,60	5,39	14,21
13 REFINO DO PETRÓLEO	8,32	8,17	16,49	0,24	1,02	4,84	6,10	22,59
14 FARMACÊUTICA E VETERINÁRIA	3,61	6,12	9,73	0,55	1,40	5,04	6,99	16,72
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	3,61	7,10	10,71	0,81	1,75	4,29	6,85	17,56
16 IND. TÊXTIL	1,01	5,44	6,45	0,84	1,51	3,67	6,01	12,46
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	1,01	4,25	5,26	1,93	2,12	4,35	8,40	13,66
18 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	1,01	6,81	7,82	1,49	1,80	4,30	7,59	15,41
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	5,93	8,70	14,63	1,03	1,64	4,20	6,87	21,50
20 IND. DIVERSAS	0,60	6,72	7,32	0,88	1,90	5,07	7,85	15,17
21 S.I.UP.	8,32	3,89	12,21	0,34	2,33	5,45	8,12	20,33
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	0,60	6,03	6,64	0,91	1,81	3,49	6,21	12,84
23 COMÉRCIO	0,10	4,79	4,89	1,07	2,30	5,98	9,35	14,24
24 TRANSPORTES	44,59	7,55	52,15	0,80	2,55	5,21	8,56	60,70
25 COMUNICAÇÕES	0,10	1,78	1,88	0,47	2,06	5,44	7,97	9,85
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	0,10	1,40	1,50	0,37	2,17	7,51	10,05	11,55
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	0,10	3,30	3,40	1,21	2,28	5,44	8,93	12,32
28 SERV. PREST. À EMPRESA	0,10	2,63	2,73	0,70	1,91	6,86	9,47	12,20
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0,10	0,27	0,37	0,22	0,96	5,92	7,10	7,46
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,17	2,01	2,18	0,80	4,06	6,69	11,55	13,73
31 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	0,10	0,70	0,80	5,80	2,65	4,93	13,38	14,18

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO N – Multiplicadores setoriais de emissões de CO₂-eq, Brasil, 2003 (Kg/1000 R\$₂₀₀₃).

SETOR	Modelo Fechado de Leontief							TOTAL
	Modelo Aberto de Leontief			Efeito Renda				
	Direto	Indireto	Tipo I	Baixa	Média	Alta	Tipo II	
1 AGROPECUÁRIA	3.63	3.10	6.72	1.63	1.76	3.93	7.32	14.04
2 EXTRATIVA MINERAL	6.91	5.69	12.60	0.15	1.86	3.64	5.65	18.25
3 PETRÓLEO E GÁS	4.27	6.05	10.32	0.21	1.39	5.16	6.76	17.08
4 MINERAL NÃO METÁLICO	17.08	6.66	23.74	0.49	1.65	3.21	5.35	29.09
5 SIDERURGIA	19.04	9.61	28.65	0.28	1.80	3.35	5.43	34.08
6 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	0.59	9.20	9.79	0.38	1.84	3.72	5.94	15.73
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	0.59	5.88	6.48	0.38	1.54	3.51	5.43	11.91
8 VEÍCULOS PEÇAS	0.59	7.58	8.18	0.60	1.80	3.26	5.66	13.83
9 MADERIA E MOBILIÁRIO	0.59	4.55	5.14	0.73	1.74	2.99	5.47	10.61
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁFICA	9.48	5.51	14.98	0.37	1.76	4.22	6.35	21.33
11 IND. DA BORRACHA	2.84	5.73	8.57	0.45	1.76	3.50	5.72	14.29
12 ELEMENTOS QUÍMICOS	2.84	5.64	8.48	0.31	1.45	3.98	5.73	14.21
13 REFINO DO PETRÓLEO	4.27	6.01	10.28	0.14	1.15	3.94	5.23	15.51
14 FARMACÊUTICA E VETERINÁRIA	2.84	4.66	7.50	0.47	1.70	2.89	5.07	12.56
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	2.84	5.72	8.55	0.51	1.55	3.32	5.39	13.94
16 IND. TÊXTIL	0.54	3.69	4.23	0.83	1.69	3.15	5.67	9.90
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	0.54	2.63	3.17	1.81	1.92	3.29	7.02	10.19
18 FABRICAÇÃO DE CALÇADOS	0.54	5.15	5.70	1.21	1.58	3.50	6.29	11.99
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	6.12	6.49	12.61	1.06	1.64	3.59	6.29	18.91
20 IND. DIVERSAS	0.59	6.35	6.94	0.69	1.84	3.27	5.80	12.74
21 S.I.UP.	4.27	3.17	7.44	0.02	1.80	4.50	6.32	13.76
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	0.59	6.33	6.93	0.85	1.68	3.26	5.79	12.72
23 COMÉRCIO	0.07	2.29	2.36	0.90	2.25	4.13	7.29	9.65
24 TRANSPORTES	25.29	4.57	29.87	0.71	2.34	3.79	6.83	36.70
25 COMUNICAÇÕES	0.07	2.01	2.09	0.13	1.69	4.32	6.15	8.23
26 INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS	0.07	1.20	1.28	0.21	1.83	5.88	7.91	9.19
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	0.07	2.96	3.03	1.06	2.33	4.20	7.59	10.62
28 SERV. PREST. À EMPRESA	0.07	2.29	2.36	0.72	2.04	5.21	7.97	10.32
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	0.07	0.32	0.39	-0.86	1.06	4.20	4.39	4.78
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0.15	1.40	1.55	0.69	2.53	5.64	8.85	10.41
31 SERV. PRIV. NÃO MERCANTIS	0.07	2.94	3.01	3.60	1.69	3.29	8.57	11.59

Fonte: Dados da pesquisa.

ANEXO O – Proporção e *rank* dos gastos das classes com relação a seus respectivos gastos totais, Brasil, 1996 e 2003 (R\$₂₀₀₃).

SETOR	1996						2003						Δ % dos gastos			Δ p.p.		
	Baixa		Média		Alta		Baixa		Média		Alta		Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
1 AGROPECUÁRIA	9,516%	4	6,829%	5	4,363%	7	6,596%	6	4,962%	6	2,125%	12	7%	0%	-35%	-2,92%	-1,87%	-2,24%
2 EXTRAT. MINERAL	0,012%	29	0,015%	29	0,015%	28	0,032%	30	0,026%	31	0,010%	31	306%	140%	-5%	0,02%	0,01%	0,00%
3 PETRÓLEO E GÁS	0,002%	31	0,002%	31	0,001%	31	0,054%	29	0,039%	29	0,015%	30	5125%	3150%	1322%	0,05%	0,04%	0,01%
4 MINERAL Ñ METÁLICO	0,358%	23	0,235%	24	0,106%	27	0,157%	26	0,123%	27	0,043%	28	-33%	-28%	-45%	-0,20%	-0,11%	-0,06%
5 SIDERURGIA	0,338%	24	0,518%	21	0,357%	22	0,186%	25	0,205%	25	0,129%	24	-15%	-45%	-52%	-0,15%	-0,31%	-0,23%
6 MÁQUINAS E EQUIP.	0,212%	27	0,223%	25	0,225%	24	0,086%	28	0,100%	28	0,085%	25	-38%	-38%	-49%	-0,13%	-0,12%	-0,14%
7 MAT. ELÉTRO-ELETRÔNICO	3,242%	7	3,121%	7	2,624%	10	1,873%	10	1,948%	14	1,445%	16	-11%	-14%	-26%	-1,37%	-1,17%	-1,18%
8 VEÍCULOSPEÇAS	0,776%	15	2,332%	11	4,780%	6	0,542%	20	1,579%	15	4,189%	8	8%	-6%	17%	-0,23%	-0,75%	-0,59%
9 MADEIRA E MOBILIÁRIO	1,232%	11	1,172%	15	1,102%	16	1,325%	15	1,298%	16	1,048%	17	66%	53%	27%	0,09%	0,13%	-0,05%
10 CELULOSE, PAPEL E GRÁF.	0,451%	22	0,557%	20	0,674%	17	0,558%	19	1,045%	18	1,471%	15	91%	160%	192%	0,11%	0,49%	0,80%
11 IND. DA BORRACHA	0,043%	28	0,028%	28	0,012%	29	0,365%	22	0,217%	24	0,065%	27	1220%	964%	605%	0,32%	0,19%	0,05%
12 ELEMENTOS QUIMICOS	0,486%	19	0,958%	16	1,330%	15	0,327%	24	0,765%	21	0,728%	20	4%	10%	-27%	-0,16%	-0,19%	-0,60%
13 REFINO DO PETRÓLEO	0,745%	16	0,377%	23	0,111%	26	1,758%	12	2,328%	13	2,950%	11	264%	753%	3455%	1,01%	1,95%	2,84%
14 FARMAC. E VETERINÁRIA	2,974%	8	2,565%	9	1,787%	14	3,031%	7	3,132%	10	2,019%	14	57%	69%	51%	0,06%	0,57%	0,23%
15 ARTIGOS PLÁSTICOS	0,226%	26	0,175%	27	0,162%	25	0,139%	27	0,125%	26	0,075%	26	-5%	-1%	-38%	-0,09%	-0,05%	-0,09%
16 IND. TÊXTIL	0,840%	13	0,835%	17	0,638%	19	0,674%	18	0,808%	20	0,583%	23	24%	34%	22%	-0,17%	-0,03%	-0,06%
17 ARTIGOS DO VESTUÁRIO	2,169%	10	2,341%	10	2,124%	13	1,845%	11	2,420%	12	2,115%	13	31%	43%	33%	-0,32%	0,08%	-0,01%
18 FABRICAÇÃO CALÇADOS	0,593%	18	0,642%	18	0,457%	21	0,874%	17	1,227%	17	0,986%	19	127%	165%	189%	0,28%	0,59%	0,53%
19 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	19,829%	2	14,952%	2	9,602%	4	17,018%	2	14,969%	3	8,029%	4	32%	39%	12%	-2,81%	0,04%	-1,57%
20 INDÚSTRIAS DIVERSAS	0,454%	20	0,606%	19	0,645%	18	0,346%	23	0,516%	23	0,602%	22	18%	18%	25%	-0,11%	-0,09%	-0,04%
21 S.I.U.P.	2,916%	9	2,744%	8	2,357%	11	2,974%	8	3,465%	9	3,480%	10	57%	75%	98%	0,06%	0,72%	1,12%
22 CONSTRUÇÃO CIVIL	0,003%	30	0,002%	30	0,002%	30	0,031%	31	0,030%	30	0,024%	29	1303%	1737%	1426%	0,03%	0,03%	0,02%
23 COMÉRCIO	14,364%	3	11,563%	4	11,867%	3	19,448%	1	9,051%	4	5,077%	6	109%	8%	-43%	5,08%	-2,51%	-6,79%
24 TRANSPORTES	5,206%	6	4,522%	6	3,044%	8	6,915%	5	6,548%	5	4,358%	7	105%	100%	92%	1,71%	2,03%	1,31%
25 COMUNICAÇÕES	0,908%	12	1,555%	13	2,177%	12	2,143%	9	3,584%	8	3,785%	9	264%	219%	133%	1,23%	2,03%	1,61%
26 INST. FINANCEIRAS	0,735%	17	1,737%	12	5,427%	5	1,157%	16	4,429%	7	13,199%	2	143%	253%	226%	0,42%	2,69%	7,77%
27 SERV. PREST. À FAMÍLIA	9,507%	5	14,150%	3	20,112%	2	10,288%	4	15,708%	1	20,849%	1	67%	54%	39%	0,78%	1,56%	0,74%
28 SERV. PREST. À EMPRESA	0,233%	25	0,214%	26	0,311%	23	1,560%	14	1,004%	19	1,035%	18	933%	549%	345%	1,33%	0,79%	0,72%
29 ALUGUEL DE IMÓVEIS	20,397%	1	23,179%	1	20,129%	1	15,577%	3	15,193%	2	11,872%	3	18%	-9%	-21%	-4,82%	-7,99%	-8,26%
30 ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0,453%	21	0,459%	22	0,474%	20	0,481%	21	0,582%	22	0,691%	21	64%	75%	95%	0,03%	0,12%	0,22%
31 SERV. PRIV. Ñ MERCANTIS	0,780%	14	1,410%	14	2,984%	9	1,641%	13	2,574%	11	6,920%	5	225%	152%	210%	0,86%	1,16%	3,94%
TOTAL	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	66%	33%	32%	..	..	..								

Fonte: Dados da pesquisa.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)