

**DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NO BRASIL
ENTRE 2000 E 2008**

Daniel Viana Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Planejamento Energético,
COPPE, da Universidade Federal do Rio de
Janeiro, como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em Planejamento
Energético.

Orientador: Amaro Olímpio Pereira Jr.

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2016

DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NO BRASIL
ENTRE 2000 E 2008

Daniel Viana Ferreira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

Prof. Amaro Olímpio Pereira Jr., D.Sc

Prof^a. Claude Adelia Moema Jeanne Cohen, D.Sc.

Prof. Edmar Luiz Fagundes de Almeida, D.Sc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
FEVEREIRO DE 2016

Ferreira, Daniel Viana

Determinantes da Evolução do Consumo de Diesel no Brasil entre 2000 e 2008/ Daniel Viana Ferreira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.

XIV, 84 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Amaro Olímpio Pereira Jr.

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 70-74.

1. Análise de decomposição estrutural. 2. Consumo de Óleo Diesel. 3. Índice Divisão de Média Logarítmica. I. Pereira Jr, Amaro Olímpio. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético.

III. Título.

À minha família.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à UFRJ, que tem sido uma segunda casa desde que ingressei na graduação, e ao CNPQ, pelo apoio financeiro, essencial para o desenvolvimento desta dissertação.

Ao meu orientador Prof. Amaro Olímpio Pereira Jr. pelo entusiasmo, atenção, paciência, serenidade, e disponibilidade durante os dois anos de mestrado, especialmente no período no qual desenvolvemos esta dissertação.

Ao Prof. Manfred Lenzen, da Escola de Física da Universidade de Sydney, pela grande contribuição dada através do esclarecimento de questões metodológicas fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também aos professores Edmar Fagundes e Claude Cohen por aceitarem fazer compor banca avaliadora desta dissertação.

À contribuição de meus amigos do PPE, em especial Nathalia Menezes, Mariana Weiss e Felipe Costa, que me ajudaram de diversas formas no desenvolvimento deste e de outros projetos que desenvolvi durante o mestrado. Sem a ajuda de vocês nada disto teria sido possível. Agradeço também à minha amiga Profª Christiane Uchôa pelas ótimas e profundas conversas que tivemos neste período, que sem dúvida contribuíram muito para expansão dos meus horizontes no que se refere à interligação entre tópicos econômicos, sociais e energéticos, tema no qual possuo grande interesse.

Aos professores do Programa de Planejamento Energético, em especial ao Prof. Lucio Guido Tapia Carpio pelas grandes contribuições dadas para minha formação acadêmica, não só através de suas aulas, como também durante as poucas, mas proveitosas, conversas que tivemos durante o curto período de mestrado.

Aos funcionários do PPE, especialmente à Sandrinha e ao Paulo que me ajudaram a resolver problemas burocráticos da melhor maneira possível, provando que o atendimento aos alunos nas universidades públicas também pode ser um serviço de excelência.

À minha amada Kesia Braga pela motivação, suporte, carinho e força dados durante a elaboração deste trabalho. À minha sogra Fátima Rodrigues pelo apoio e carinho incondicional que me deu desde que nos conhecemos, fazendo com que eu me sentisse sempre em casa, ao Geraldo, à Marluze, pela receptividade e pelo apoio, e à Kenia e à Giovanna, por sempre me fazerem rir.

Por fim, agradeço especialmente à minha família. Aos meus pais Luís Carlos Ferreira e Lezir Viana Bastos, pelo apoio incondicional fornecido durante toda minha vida. À minha irmã Luísa, pelo otimismo e pelo zelo. Ao meu cunhado Alberto, que sempre me apoiou e influenciou, direta e indiretamente, em todas as grandes decisões que me trouxeram até este momento. À minha irmã Renata, pela alegria, pelo apoio, e por ter trazido a Violeta ao mundo, o que me deu grande felicidade durante o período que desenvolvi este trabalho acadêmico. Aos meus irmãos Rodrigo e Luciana, que apesar da distância, sempre estão presentes em meus pensamentos. À minha sobrinha Gianna, e aos meus sobrinhos Arthur e Thomas, que me dão tanto orgulho e tanta saudade, tenham certeza de que nos encontraremos com mais frequência no futuro. Aos meus cunhados Thomas e Bartholomeu pelo apoio dado e, principalmente, por assegurarem de todas as maneiras a felicidade de minhas irmãs e de meus sobrinhos e sobrinhas, o que é essencial para que eu possa me dedicar integralmente aos estudos sem preocupações.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

**DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE DIESEL NO BRASIL
ENTRE 2000 E 2008**

Daniel Viana Ferreira

Fevereiro/2016

Orientador: Amaro Olímpio Pereira Jr.

Programa: Planejamento Energético

Este trabalho apresenta uma análise acerca dos principais determinantes da variação no consumo de óleo diesel no Brasil. Para isto, fez-se uso da metodologia de análise de decomposição estrutural, que permite identificar efeitos positivos e negativos, derivados da mudança em fatores tecnológicos e econômicos, sobre o consumo de energia num nível setorial. No intervalo de tempo analisado, evidenciou-se a existência de um expressivo efeito negativo ligado à queda na intensidade energética, em especial à redução da emissão necessária para geração de uma unidade adicional de produto. Destacaram-se também o efeito positivo do *boom* das *commodities* sobre o consumo da fonte energética entre 2000 e 2004, que repercutiu diretamente sobre as exportações nacionais e do aumento do PIB per capita, do consumo das famílias e dos investimentos entre 2004 e 2008.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

DETERMINANTS OF THE DIESEL CONSUMPTION IN BRAZIL BETWEEN 2000
AND 2008

Daniel Viana Ferreira

February/2016

Advisor: Amaro Olímpio Pereira Jr.

Department: Energy Planning

This study presents an investigation on the major determinants of the diesel consumption change in Brazil. To accomplish this, it was applied the structural decomposition analysis methodology, that allows to identify positive and negative effects, derived of the variation in technological and economic factors, on the energy consumption in a sectorial level. Between 2000 and 2008, there was a high negative effect derived from a fall in the energy intensity of the diesel, that can be mainly attributed to technological aspects linked to a lesser diesel requirement to produce a unit of physical output. It also stands out the positive impact of the commodities boom on the diesel consumption, between 2000 and 2004, through the increase of Brazilian exportations, and the growth of the Gross Domestic Product per capita, household income, and investments, between 2000 and 2008.

Sumário

Introdução	1
1. Panorama do Consumo de Diesel no Brasil entre de 2000 e 2008	5
1.1- Evolução Geral do Consumo de Diesel.....	5
1.2- Evolução do Consumo de Diesel no Setor de Transportes	8
1.2.1- Transportes de Passageiros	9
1.2.2- Transportes de Cargas	12
2. Metodologia.....	18
2.1 - Introdução.....	18
2.2 -Análises de Decomposição.....	20
2.3 -Escolha da Metodologia	22
2.4 -Matrizes Insumo-Produto e Análises Energéticas.....	27
2.5 – Método dos Coeficientes Diretos e Método das Unidades Híbridas	30
2.6 -Formulação Matemática da Análise de Decomposição Estrutural.....	31
3. Tratamento de dados.....	36
3.1 - Alinhamento dos Dados Econômicos	36
3.1.1 - Alocação de Margens, Impostos e Subsídios	36
3.1.2 - Elaboração da Matriz Insumo-Produto	37
3.1.3 - Compatibilização de Preços	38
3.1.4 - Tratamento de Valores Negativos	39
3.1.5- Importações	39
3.3 - Alinhamento de Dados Energéticos	39
3 .4 - Compatibilização entre MIP e BEN	42
4. Resultados da Análise de Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel no Brasil Entre 2000 e 2008	44
4.1 - Evolução dos Requerimentos de Óleo Diesel da Demanda Final da Economia Brasileira.....	44

4..2 - Determinantes da Variação do Consumo de Óleo Diesel	46
4.2.1 - Resultado Geral	46
4.2.2 - Resultados Setoriais	51
4.2.3 – Síntese dos Principais Resultados	64
Conclusão	67
Referências Bibliográficas.....	70
Anexos.....	75
Anexo 1.....	75
Anexo 2.....	76

Índice de Figuras

Fig. 1.1.1 - Evolução do Consumo Total de Energia e de Óleo Diesel - 2000-2008	6
Fig. 1.2.1 - Composição do Consumo Total de Diesel entre os Modais do Setor de Transportes - valores % -2000-2008.....	9
Fig. 1.2.1.1 - Participação dos Modais no Consumo Final de Energia do setor de Transporte de Passageiros – mil tep – 2000-2008	10
Fig. 1.2.1.2 - Participações dos Modais no Transporte de passageiros – Milhões de Passageiro-km – 2000-2008.....	11
Fig. 1.2.2.1 - Participação dos Modais no Consumo Final de Energia no Transporte de Cargas – mil tep – 2000-2008	13
Fig. 1.2.2.2 - Participação dos Modais no Transporte de Carga – milhões de Tonelada-km – 2000-2008.....	15
Fig. 1.2.2.3 - Evolução do Consumo de Diesel de Petróleo no Transporte Rodoviário de Cargas – Milhões de litros por ano – 1980-2010.....	16
Fig. 2.3.1 - Metodologias de Decomposição	24
Fig. 2.3.2 - Limites dos pesos LMDI para 8 possíveis causas de valores zero nos dados	25
Fig. 2.3.3 - Características dos principais métodos candidatos à análise de decomposição	26
Fig. 2.4.1 - Estrutura de uma Matriz Insumo-Produto	28
Fig. 3.3.1 - Divisão das Fontes Energéticas do BEN	41
Fig. 3.3.2 - Categorização dos Consumos Finais de Energia do BEN	41
Fig. 4.2.1 - Participação dos Efeitos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - 2000-2008 mil tep	48
Fig. 4.2.2 -Participação dos Efeitos Indiretos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - 2000-2004	49

Fig. 4.2.3 -Participação dos Efeitos Indiretos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - 2004-2008	50
Fig. 4.2.4 -Participação dos Efeitos Diretos da Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - 2000-2008	51
Fig. 4.2.2.1 -Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Agropecuário – mil tep – 2000-2008.....	52
Fig. 4.2.2.2 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Energético - mil tep – 2000-2008	53
Fig. 4.2.2.3 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Alimentos e Bebidas – mil tep – 2000-2008	54
Fig. 4.2.2.5 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Transporte – mil tep - 2000-2008	56
Fig. 4.2.2.6 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Mineração e Pelotização – mil tep - 2000-2008	57
Fig. 4.2.2.7 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Papel e Celulose– mil tep -2000-2008.....	58
Fig. 4.2.2.8 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Outras Indústrias – mil tep - 2000-2008.....	59
Fig. 4.2.2.9 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Comercial – mil tep - 2000-2008.....	60
Fig. 4.2.2.10 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Público – mil tep– 2000-2008	61
Fig. 4.2.2.11 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Química – mil tep - 2000-2008.....	62
Fig. 4.2.2.12 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - Setor Ferro-ligas, Ferro Gusa e Aço - 2000-2008	63
Fig. 4.2.2.13 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Não-Ferrosos e Outros Metálicos – mil tep - 2000-2008	64
Divisão do Consumo de Diesel entre os Setores – mil tep – 2000-2008	75

Índice de Tabelas

Tab. 1.1.1 - Evolução da Oferta Interna de Energia, do Consumo de Óleo Diesel, do PIB, e das Intensidades Energéticas do Consumo de Energia e de Diesel – 2000-2008.....	5
Tab. 1.1.2 - Participação dos Setores no Consumo Final de Óleo Diesel – valores % - 2000-2008.....	6
Tab. 1.1.3 - Variação no Consumo Final de Óleo Diesel nos Setores – valores % - 2001-2008	7
Tab. 1.1.4 - Variação no Consumo de Energia Total dos Setores – valores % - 2001-2008.....	8
Tab. 1.2.1.1 - Participação dos Modais na Demanda Energética do Transporte de Passageiros – % – 2000-2008	10
Tab. 1.2.1.2 - Participação dos Modais no Transporte de Passageiros – valores % – 2000-2008	12
Tab. 1.2.2.1 - Participação dos Modais na Demanda Energética do Transporte de Cargas – % – 2000-2008.....	13
Tab. 1.2.2.2 - Participação dos Modais na Tonelada-km total de Transporte de Cargas – % – 2000-2008	14
Tab. 4.1.1 – Agregação dos setores da CNAE	45
Tab. 4.1.2 - Requerimentos totais, diretos e indiretos de óleo diesel e participação dos setores no requerimento total de óleo diesel – 2000-2008 ..	46
Divisão do Consumo de Diesel entre os Setores – mil tep – 2000-2008	75
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito N – mil tep – 2000-2008.....	76
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito b – mil tep – 2000-2008.....	77
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito l – mil tep – 2000-2008.....	78

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito f – mil tep – 2000-2008.....	79
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito u – mil tep – 2000-2008.....	80
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito v – mil tep – 2000-2008.....	81
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito Y – mil tep – 2000-2008.....	82
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito P (indireto) – mil tep – 2000-2008.....	83
Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeitos r e P (direto) – mil tep – 2000-2008.....	84

INTRODUÇÃO

O consumo de óleo diesel está profundamente relacionado à atividade produtiva, compondo praticamente a totalidade do consumo energético do transporte rodoviário e ferroviário de cargas e do transporte público rodoviário de passageiros. No período analisado neste trabalho, esta fonte representou 17% do consumo final de energia, enquanto a gasolina e o álcool representaram 7% e 4%, respectivamente. Dado seu papel fundamental para economia, propõe-se uma análise dos determinantes que guiaram sua evolução entre os anos de 2000 e 2008.

Entender os fatores que influenciam o consumo energética é crucial para evitar desencontros entre a oferta e a demanda, garantindo a segurança no suprimento. A partir da década de 1990, o país passou a necessitar das importações do combustível e desde então, a dependência externa tem aumentado. Como observado em RODRIGUES & LOSEKANN (2015), o governo tem realizado esforços recentes para o aumento da produção nacional de derivados, especialmente de destilados médios como o diesel (70% dos investimentos em refino). Os resultados encontrados neste estudo, ao considerar mais componentes que determinam a demanda por diesel podem contribuir para uma melhor formulação de modelos futuros que busquem prever o consumo futuro.

A literatura tradicional que estuda a evolução demanda por diesel geralmente utiliza modelos econométricos baseados em dados agregados que consideram como variáveis principais o preço do combustível e o crescimento do PIB. Portanto, aspectos tecnológicos e ligados à estrutura da economia usualmente não são considerados nos modelos convencionais. A metodologia utilizada neste estudo permite, através da compatibilização do Balanço Energético Nacional e das Contas Nacionais, mensurar a contribuição de efeitos ligados à intensidade energética, à estrutura da indústria, à composição e à destinação da demanda final, ao crescimento do produto e da população e ao crescimento do consumo direto per capita. No trabalho, evidenciou-se que estes efeitos possuem importância e sua inclusão em modelos energéticos futuros deveria ser considerada. Atualmente, existem estudos energéticos que combinam as metodologias insumo-produto e econométricas para análise do energética, como em SANTIAGO *et al.* (2011), MATTOS *et al.* (2008), SOUZA (2008), onde efeitos ligados às categorias de demanda final também são considerados.

A metodologia de análise de decomposição estrutural, utilizada neste estudo, permite adereçar os determinantes da evolução observada do consumo de diesel. Os resultados obtidos permitem apreender um maior número de efeitos que impactam no consumo de diesel, assim como a análise destes resultados ao nível de setores produtivos, dado que faz uso de dados desagregados das matrizes insumo-produto nacionais. Sendo assim, torna-se possível inferir a contribuição de efeitos significativos, muitas vezes desconsiderados, como o de eficiência energética e de variações composição da estrutura econômica e na destinação da produção. Embora esta metodologia não vise a projeção da demanda energética, as variáveis incluídas neste estudo poderiam ser consideradas em futuros modelos de previsão da demanda.

Realizou-se um esforço de interpretação dos resultados ao nível setorial, buscando um melhor aproveitamento dos resultados. Além disto, buscou-se identificar motivos para a queda na intensidade energética entre 2000 a 2008 por meio da análise de dados setoriais, pois o modelo elaborado, embora permita captar efeitos tecnológicos ligados à eficiência, não permite identificar exatamente quais foram as mudanças que afetaram esta variável. O recorte temporal escolhido foi baseado disponibilidade de dados até o período que os resultados foram compilados e na compatibilidade de dados, já que a metodologia das Contas Nacionais foi alterada após o ano de 2000. Optou-se por não incluir o ano de 2009, pois entende-se que o mesmo é um ano de quebra e não reflete a tendência do período estudado.

O período analisado é marcante, pois representa o retorno do crescimento, com crescimento das exportações, do investimento e do consumo das famílias. Na primeira década dos anos 2000, houve aceleração no processo de globalização dos mercados. Neste período, países em desenvolvimento foram os grandes impulsionadores do crescimento mundial, em especial a China, que cresceu a taxas superiores a 10% a.a. após sua abertura comercial e alavancou os preços de commodities agrícolas e minérios (UCHÔA et al, 2013). Esta situação permitiu que o Brasil liquidasse sua dívida com o FMI em 2005, criasse um fundo soberano nacional e aumentasse suas reservas internacionais - fatores que contribuíram para uma maior confiança de agentes internacionais e, com isto, para uma maior entrada de capitais externos na economia, gerando um ciclo expansivo que fez com que o consumo energético, e de diesel, crescesse a taxas maiores. A partir de 2005, destacou-se o forte aumento no poder aquisitivo das famílias, que também contribuiu para uma maior demanda do combustível, mesmo num cenário de queda na participação das

exportações na composição do PIB devido à valorização contínua do real verificada até 2008.

Embora estes tenham sido, de forma geral, anos mais favoráveis em relação às décadas de 1980 e 1990, alguns choques afetaram negativamente o nível de atividade econômica. A crise energética e efeitos negativos do “contágio argentino” sobre o influxo de capitais externos, verificada nos anos de 2001 e 2002, a crise de confiança e cambial resultantes da eleição de 2002 e da posse do presidente Luís Inácio Lula da Silva, em 2003, e o aumento da taxa básica de juros da economia, em 2005, foram fatores que levaram a desacelerações no crescimento da economia e contribuíram para redução na taxa de crescimento do consumo de diesel.

Embora a evolução da demanda energética de diesel esteja fortemente vinculada à atividade econômica agregada, mudanças em aspectos setoriais tecnológicos e econômicos geralmente afetam o consumo da fonte de maneira desigual, dada a diferente contribuição das indústrias na cadeia de produtiva. É possível explicar esta trajetória através da mensuração da contribuição de diferentes variáveis, que permitem uma investigação mais elaborada acerca da interligação entre o consumo do combustível e o desenvolvimento de cada atividade econômica. A análise de decomposição é utilizada desde a década de 1970 para incluir aspectos da demanda na análise energética. Em especial, a metodologia de análise de decomposição estrutural (SDA) permite explorar as interações entre os setores e seu impacto sobre o consumo de energia. Embora a SDA seja usualmente utilizada para explicar a variação no consumo de energia total, este trabalho concentrou-se apenas no estudo da variação da demanda de óleo diesel, buscando explorar com maior detalhe o efeito de mudanças estruturais sobre o consumo da fonte.

Este trabalho se diferencia dos demais por: (i) concentrar esforços analíticos na evolução do consumo de óleo diesel; (ii) utilizar dados atualizados; (iii) tratar a variação monetária entre os períodos de forma mais precisa, o que é favorecido pela estabilidade monetária verificada no período analisado e pela maior disponibilidade atual de dados desagregados; (iv) apresentar um maior número de determinantes, considerando também os subefeitos que compõem o efeito estrutura; e (v) disponibilizar também os determinantes das variações anuais;

No Capítulo 1, é realizada uma análise geral da variação do consumo de óleo diesel entre os setores, em especial o de transportes, além de apresentar contribuições deste trabalho para o exame das transformações ocorridas na estrutura demanda do combustível. No Capítulo 2, a metodologia de análise de decomposição é detalhada.

Através do ferramental teórico da SDA¹, buscou-se dividir a variação no consumo brasileiro de diesel em determinantes que permitem apreender mais precisamente o impacto de mudanças nas relações intersetoriais, das transformações econômicas ocorridas no período, e de evoluções tecnológicas. Na seção 2.2 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o tema, com o objetivo de esclarecer aspectos técnicos que determinaram a evolução das análises de decomposição energética. Na seção 2.3 são expostos os aspectos que guiaram a escolha da metodologia. Na seção 2.4 são apresentadas algumas noções básicas da análise insumo-produto, que serão, posteriormente utilizadas na seção 2.5, que apresenta a formulação matemática da análise de decomposição estrutural e o modelo de decomposição utilizado neste estudo.

O Capítulo 3 trata do o alinhamento dos dados econômicos e energéticos inseridos nos cálculos de decomposição estrutural. Nele discutem-se aspectos relevantes como a correção monetária utilizada no trabalho e algumas transformações e tratamentos de dados aplicados às matrizes que os cálculos pudessem ser realizados. Neste capítulo, é apresentada também a compatibilização utilizada para compatibilizar dados econômicos, provenientes das Contas Nacionais, e energéticos, provenientes do Balanço Energético Nacional.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados da análise de decomposição estrutural. Na seção 4.1 é exposta a evolução dos requerimentos totais de óleo diesel na produção de cada setor, que também é comparada à evolução do consumo total de energia de forma a esclarecer a relevância da análise insumo-produto. Na seção 4.2 são apresentados os resultados agregados dos determinantes que guiaram a evolução do consumo de óleo diesel no Brasil, com ênfase nos principais efeitos e setores que guiaram esta transformação. Na seção 4.3, é realizada uma análise setorial da evolução dos requerimentos totais de óleo diesel na produção.

¹ *Structural Decomposition Analysis.*

1. PANORAMA DO CONSUMO DE DIESEL NO BRASIL ENTRE DE 2000 E 2008

1.1- Evolução Geral do Consumo de Diesel

Entre 2000 e 2008, verificou-se um crescimento médio do consumo energético de 3,53% a.a. que foi menor do que o crescimento real da economia, 3,59% a.a. e maior que o do consumo de diesel 3,15% a.a. A Tabela 1.1.1 apresenta um panorama geral da evolução dos principais indicadores energéticos e econômicos.

Tab. 1.1.1 - Evolução da Oferta Interna de Energia, do Consumo de Óleo Diesel, do PIB, e das Intensidades Energéticas do Consumo de Energia e de Diesel – 2000-2008

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Oferta Interna de Energia	190043	193372	197932	200875	212990	217936	225621	238011	251860
Variação da Oferta Interna de Energia (%)	-	1,752	2,358	1,487	6,031	2,322	3,526	5,491	5,819
Consumo Final de Óleo Diesel	29505	30619	31744	31016	32879	32643	33175	35234	37827
Variação Consumo Consumo Final de Óleo Diesel Final de Óleo Diesel (%)	-	3,776	3,676	-2,294	6,006	-0,718	1,632	6,206	7,360
PIB (milhões de R\$ de 2000)	1.034.611	1.048.892	1.086.715	1.101.097	1.162.096	1.196.397	1.241.041	1.312.080	1.372.263
Variação no PIB (%)	-	1,38035	3,60596	1,32343	5,53983	2,95171	3,73151	5,72413	4,58683
Intensidade Energética (tep/mil R\$ de 2000)	0,16564	0,16363	0,16362	0,16490	0,16407	0,16340	0,16320	0,16401	0,16485
Intensidade Energética do Diesel (tep/mil R\$ de 2000)	0,02852	0,02919	0,02921	0,02817	0,02829	0,02728	0,02673	0,02685	0,02757

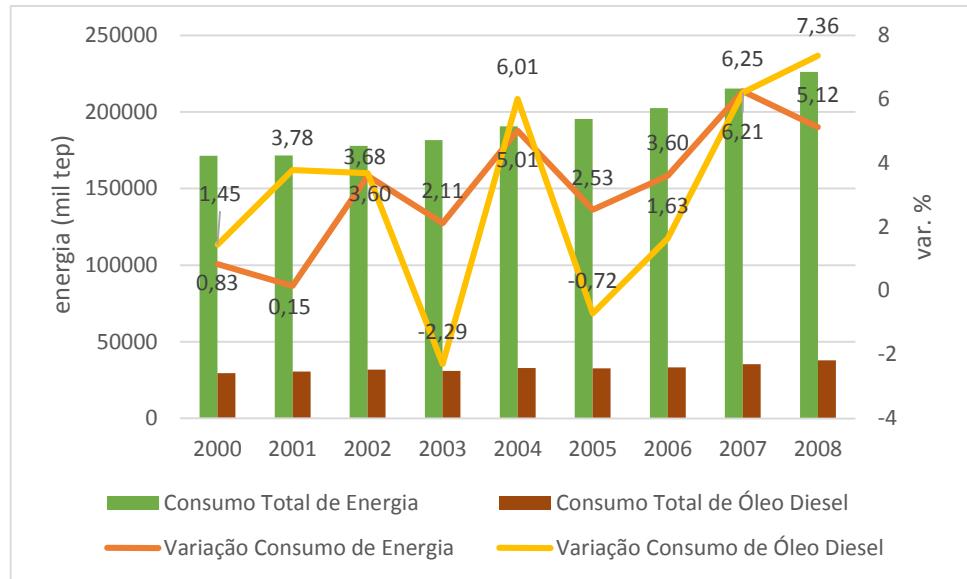
Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2015), EPE (2010), IPEADATA (2015)

No intervalo de tempo analisado, o consumo final de energia no Brasil aumentou em 32%, crescendo a uma taxa média de 3,53% a.a. Já o consumo de óleo diesel aumentou em 28,21% no período, a uma taxa média de 3,16% a.a.

Entre 2000 e 2008, verificou-se um crescimento gradual na intensidade energética da economia, o que representa um aumento dos requerimentos de energia para criação de valor adicionado. A intensidade energética do diesel apresentou queda em ambos os períodos, o que sugere uma contribuição negativa do efeito intensidade para a variação no consumo total do combustível nos anos estudados.

Na Figura 1.2.1, observa-se uma volatilidade maior no crescimento do consumo de diesel. Isto pode ser explicado em grande parte pela sua importante participação como fonte no setor de transporte de carga, que está diretamente associado ao nível de atividade econômica e, portanto, é mais afetado por choques que afetem a economia.

Fig. 1.1.1 - Evolução do Consumo Total de Energia e de Óleo Diesel - 2000-2008



Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2010)

O setor de transporte representou, em média, 29,09% do consumo final de energia no período, aumentando 32,59% – o que representa um crescimento médio de 3,59% a.a. Isoladamente, o setor apresentou, em média do período analisado, 81,84% do consumo de diesel. O setor agropecuário aparece como o segundo maior consumidor final de óleo diesel, em média, respondendo por 15,10% do total. Outros setores somados representaram, em média, apenas 3,16% do consumo final de diesel.

Tab. 1.1.2 - Participação dos Setores no Consumo Final de Óleo Diesel – valores % - 2000-2008

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SETOR ENERGÉTICO	0,86	0,84	0,83	0,49	0,45	0,48	0,28	0,37	0,40
RESIDENCIAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COMERCIAL	0,23	0,20	0,25	0,28	0,31	0,16	0,16	0,16	0,16
PÚBLICO	0,40	0,37	0,54	0,38	0,38	0,26	0,28	0,27	0,25
AGROPECUÁRIO	15,09	15,86	16,40	15,56	14,50	14,47	14,47	14,47	15,03
TRANSPORTES	81,65	81,13	80,17	81,21	82,22	82,55	82,81	82,67	82,18
CIMENTO	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,11	0,10	0,12	0,11
FERRO-GUSA E AÇO	0,10	0,07	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,04	0,04
FERRO-LIGAS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	0,54	0,54	0,50	0,64	0,66	0,65	0,67	0,69	0,66
NÃO-FERROSOS E OUTROS DA METALURGIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
QUÍMICA	0,28	0,25	0,38	0,44	0,45	0,41	0,41	0,43	0,41
ALIMENTOS E BEBIDAS	0,13	0,13	0,16	0,20	0,22	0,19	0,20	0,22	0,22
TÉXIL	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
PAPEL E CELULOSE	0,11	0,10	0,12	0,15	0,18	0,18	0,13	0,18	0,18
CERÂMICA	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
OUTROS	0,51	0,41	0,44	0,42	0,39	0,34	0,35	0,35	0,34

Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2010)

Dada a forte participação da agropecuária e do setor de transportes, a evolução das outras atividades costuma ser apagada numa análise baseada em valores absolutos. Embora o restante dos setores desempenhe pequeno impacto no consumo final de óleo diesel, esta fonte desempenha um importante papel como insumo produtivo usado

diretamente na produção (sem passar pelo setor de transporte). Numa análise relativa ao crescimento do consumo, é possível verificar que alguns setores tiveram uma variação expressiva no consumo total de diesel, com destaque para Papel e Celulose e Alimentos e Bebidas, que mais do que dobraram seu consumo no período.

Tab. 1.1.3 - Variação no Consumo Final de Óleo Diesel nos Setores – valores % - 2001-2008

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Var. Média (%a.a.)
CONSUMO FINAL DE ÓLEO DIESEL	3,8	3,5	-2,1	6,0	-0,7	1,6	6,2	7,4	3,2
SETOR ENERGÉTICO	2,1	1,6	-41,6	-3,6	6,8	-41,1	41,9	15,3	-6,2
RESIDENCIAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMERCIAL	-10,7	33,3	7,5	19,3	-48,1	1,2	3,9	5,0	-1,7
PÚBLICO	-3,6	50,0	-31,0	5,6	-31,5	7,1	2,5	2,4	-2,6
AGROPECUÁRIO	9,1	7,1	-7,2	-1,2	-0,7	1,4	6,2	11,5	3,1
TRANSPORTES	3,1	2,3	-0,9	7,3	-0,3	1,9	6,0	6,7	3,2
CIMENTO	-3,5	8,7	4,0	17,4	13,3	-4,9	23,3	5,6	3,0
FERRO-GUSA E AÇO	-26,1	59,1	2,9	10,7	10,1	-8,9	-64,3	-2,0	12,2
FERRO-LIGAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	4,9	-4,2	23,9	9,3	-2,0	4,8	9,3	3,0	5,1
NÃO-FERROSOS E OUTROS DA METALURGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6
QUÍMICA	-7,9	56,6	15,1	8,9	-10,8	3,2	10,4	1,8	7,6
ALIMENTOS E BEBIDAS	1,9	28,2	22,0	20,9	-17,8	7,1	18,7	6,0	-9,0
TÊXTIL	-41,2	-33,3	0,0	-15,2	-7,2	7,8	63,6	-2,2	-
PAPEL E CELULOSE	-1,5	19,4	29,7	21,9	2,2	-26,9	48,0	5,0	5,8
CERÂMICA	-2,1	40,0	14,3	-4,6	16,1	-4,3	-14,2	7,3	-
OUTROS	-15,9	10,3	-7,2	-0,1	-12,7	3,4	6,9	3,5	-1,9

Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2010)

Nos dois maiores setores consumidores de diesel, o de transportes e o agropecuário, verificou-se um crescimento significativo no período, respectivamente, 3,24 a.a. e 3,10% a.a. Este crescimento, associado às características destes setores, principalmente no caso do setor de transporte – que além de sua grande participação no consumo total de diesel está relacionado fortemente a outras atividades econômicas – implica num aumento no requerimento indireto de energia da economia como um todo e está de acordo com a fase de crescimento econômico verificada no período de 2000 a 2008.

Nos anos de 2003 e 2005 é possível observar uma queda no consumo de diesel nos setores de transporte e agropecuário. Vale lembrar que no ano de 2003, as incertezas causadas pela eleição presidencial levaram o governo adotar uma política altamente restritiva para recuperar a confiança do mercado. Esta política se refletiu em uma alta taxa de juros, que ficou acima de 20% durante boa parte do ano de 2003, prejudicando o desempenho da economia naquele ano. Já no ano de, 2005², o consumo de outros setores parece ter respondido de maneira similar e verificou-se redução na taxa de crescimento.

² No ano de 2005 houve um forte aumento da taxa de juros, pois havia a crença de que a economia estava operando num nível próximo a de seu produto potencial. Neste contexto, O BC optou por perseguir uma

A análise da variação do consumo final de energia no período também elucida alguns aspectos da evolução da demanda de diesel. Ao contrário do consumo de diesel, o energético, de forma geral, apresenta uma sensibilidade menor à queda desempenho da economia, não apresentando queda no período.

Tab. 1.1.4 - Variação no Consumo de Energia Total dos Setores – valores % - 2001-2008

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Var. média (% a.a.)
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	0,15	3,60	2,11	5,01	2,53	3,60	6,25	5,12	3,53
SETOR ENERGÉTICO	-5,24	-6,85	-0,98	3,87	1,90	8,33	-1,10	3,60	0,33
RESIDENCIAL	0,64	4,49	2,35	5,09	2,58	3,26	6,81	5,23	3,79
COMERCIAL	5,66	6,04	9,99	3,85	7,36	6,63	11,82	17,25	8,50
PÚBLICO	-2,61	2,70	1,01	2,18	2,20	1,20	0,82	2,09	1,19
AGROPECUÁRIO	-3,77	3,25	1,16	3,88	5,08	3,29	5,40	4,31	2,79
TRANSPORTES	-4,79	3,30	0,87	1,78	5,45	0,04	3,02	1,83	1,39
CIMENTO	10,59	1,17	-7,93	14,96	2,54	-3,22	23,04	8,48	3,86
FERRO-GUSA E AÇO	0,55	6,24	4,50	5,58	1,88	4,43	6,71	0,54	3,59
FERRO-LIGAS	0,57	-7,08	-10,86	-4,54	8,63	7,32	9,25	10,94	3,74
MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO	-3,38	6,22	5,89	7,29	-2,69	-2,77	7,40	-0,21	10,67
NÃO-FERROSOS E OUTROS DA METALURGIA	-21,31	21,85	30,25	6,65	3,20	-0,04	11,80	0,46	-1,33
QUÍMICA	-2,36	3,86	6,74	4,17	10,42	4,00	11,15	0,08	5,79
ALIMENTOS E BEBIDAS	-8,21	12,76	11,35	5,68	2,50	4,89	5,06	0,19	3,78
TÊXTIL	-1,00	3,77	-0,75	8,57	0,36	3,25	4,77	-6,57	1,47
PAPEL E CELULOSE	15,22	9,89	5,14	5,65	1,86	12,25	5,66	-2,67	2,12
CERÂMICA	-5,03	4,61	-3,28	9,77	1,40	0,87	5,12	-5,28	5,57
OUTROS	-0,73	6,99	8,03	2,51	5,68	3,93	6,73	4,70	4,67

Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2010)

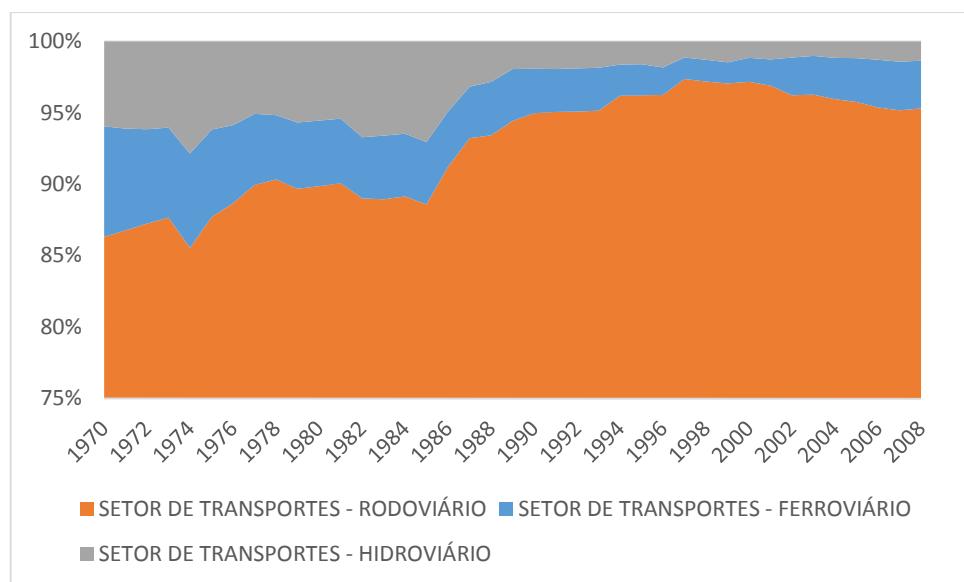
Isso pode ser explicado pelo fato de que, em grande parte, o uso dado à fonte ocorre dentro do processo produtivo da economia através da demanda de outros setores pelo serviço de transporte ou por insumos agropecuários. Enquanto na média dos anos observados a demanda final representou cerca de 58% da demanda total, para os setores de transporte e agropecuário esta participação foi, respectivamente, de 43% e 33%. Portanto, é de se esperar que estes setores tenham sido mais afetados por choques na economia, o que refletiu no consumo de diesel total nos períodos de menor crescimento econômico.

1.2- Evolução do Consumo de Diesel no Setor de Transportes

O consumo de diesel no setor de transportes pode ser atribuído basicamente ao consumo rodoviário, como pode ser observado na Figura 1.2.1.

meta de inflação mais baixa, aumentando a taxa de juros. O impacto desta política foi uma queda na inflação associada a uma forte desaceleração da economia entre 2004-2005, que pode explicar a queda generalizada do consumo de diesel entre os setores industriais.

Fig. 1.2.1 - Composição do Consumo Total de Diesel entre os Modais do Setor de Transportes - valores % -2000-2008



Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2010)

Na Figura 1.2.1, também é possível observar um aumento lento na participação do setor ferroviário no transporte de diesel. Nas próximas seções este aumento será analisado de forma mais detalhada.

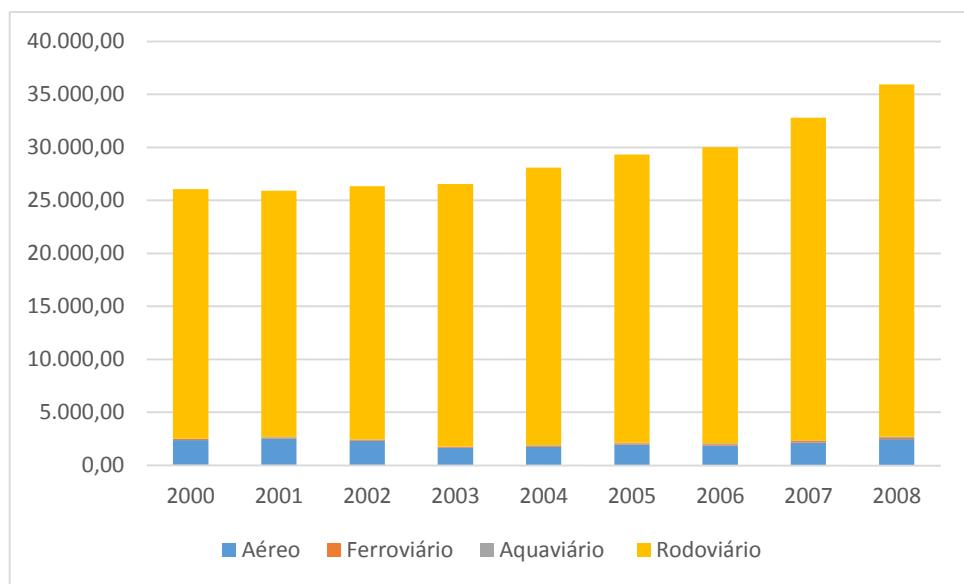
Vale ressaltar que problemas de mobilidade urbana que afetam negativamente a velocidade média verificada nas estradas podem gerar perdas de eficiência, aumentando a necessidade de combustível utilizado. Embora este trabalho não permita indicar de forma desagregada variações na eficiência energética do transporte de passageiros e cargas, os resultados permitem inferir a existência de uma componente de eficiência que superou possíveis aumentos no consumo de diesel devido a problemas no tráfego. Isto ocorre porque devido a existência de um efeito intensidade negativo para todos os setores entre os anos de 2000 a 2004 e de 2004 a 2008, mesmo dos setores que fazem mais uso do transporte urbano³.

1.2.1- Transportes de Passageiros

Na Figura 1.2.1.1, observa-se que o consumo final de energia do setor de transporte de passageiros cresceu 41,48%, a taxas médias de 3,93% a.a. Este aumento se deu, principalmente, em função do crescimento do consumo do setor rodoviário.

³ Isto é demonstrado no Capítulo 4.

Fig. 1.2.1.1 - Participação dos Modais no Consumo Final de Energia do setor de Transporte de Passageiros – mil tep – 2000-2008



Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

Um aspecto interessante é que o consumo de energia neste setor tende a crescer mesmo em tempos de forte queda no desempenho econômico⁴, embora as maiores taxas de crescimento tenham coincidido com o período de maior crescimento da economia que vai de 2006 a 2008.

O consumo de energia no setor de transporte rodoviário de passageiros tem crescido a taxas maiores do que às dos outros modais, como pode ser observado na Tabela 1.2.1.1.

Tab. 1.2.1.1 - Participação dos Modais na Demanda Energética do Transporte de Passageiros – % – 2000-2008

	Aéreo	Ferroviário	Aquaviário	Rodoviário
2000	9,16	0,41	0,15	90,28
2001	9,78	0,40	0,15	89,67
2002	8,82	0,31	0,15	90,72
2003	6,29	0,32	0,15	93,24
2004	6,25	0,32	0,22	93,21
2005	6,72	0,35	0,27	92,67
2006	6,23	0,42	0,26	93,09
2007	6,54	0,41	0,25	92,80
2008	6,85	0,38	0,24	92,53

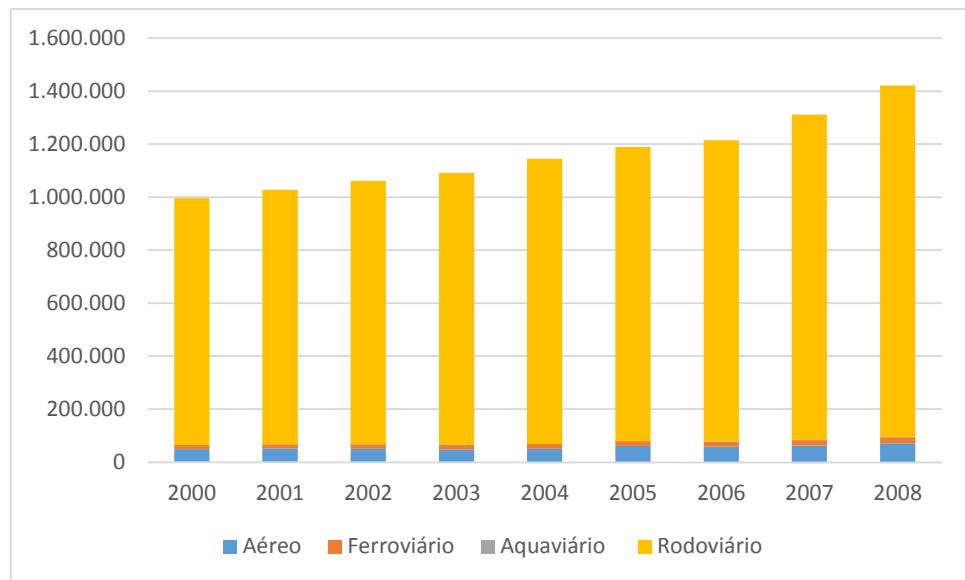
Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

⁴ A exceção é o ano de 2001, no qual o consumo de energia do setor de transporte apresentou uma pequena queda de 0,57%.

Existe também uma tendência à queda da participação do modal aeroviário na demanda final de energia, enquanto o hidroviário tem apresentado uma participação crescente. O modal rodoviário não apresentou tendência clara no período, no que se refere à participação no consumo final de energia no setor de transporte de passageiros.

Na Figura 1.2.1.2, é possível observar um crescimento contínuo no passageiro-km em quase todos os modais. A exceção foi o transporte aéreo de passageiros, que apresentou baixas retrações entre 2001-2002, 2002-2003 e 2005-2006. Isso indica que o setor de transporte é foi pouco sensível a quedas no produto no período analisado.

Fig. 1.2.1.2 - Participações dos Modais no Transporte de passageiros – Milhões de Passageiro-km – 2000-2008



Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

Com relação às participações relativa dos modais no número de passageiro-km total, existe uma tendência pequena ao aumento da participação do modal ferroviário. É interessante observar que este aumento, embora pequeno, ocorre em meio a uma queda na participação do consumo de energia no setor de transporte de passageiros ferroviário, o que pode estar contribuindo para redução da intensidade energética do setor de transporte de passageiros, conforme pode ser observado na Tabela 1.2.1.2.

Tab. 1.2.1.2 - Participação dos Modais no Transporte de Passageiros – valores % – 2000-2008

	Aéreo	Ferroviário	Aquaviário	Rodoviário
2000	4,97	1,50	0,06	93,46
2001	4,96	1,56	0,06	93,42
2002	4,78	1,58	0,06	93,59
2003	4,42	1,55	0,06	93,97
2004	4,39	1,54	0,06	94,01
2005	5,13	1,49	0,06	93,33
2006	4,80	1,54	0,06	93,60
2007	4,74	1,60	0,06	93,60
2008	4,97	1,65	0,06	93,32

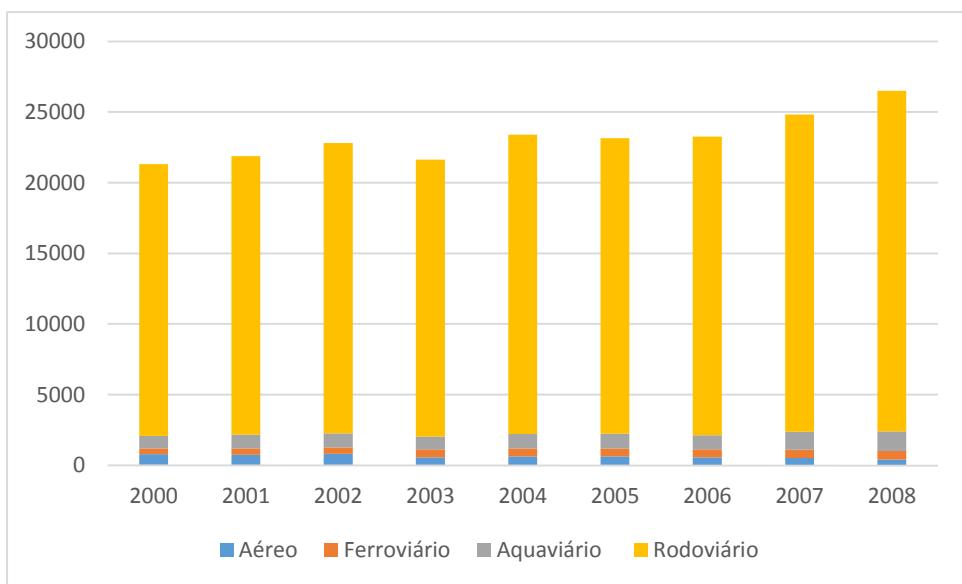
Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

Entretanto, como será observado na próxima seção, a participação do modal ferroviário no transporte de cargas é muito superior à do transporte de passageiros, o que leva a crer que efeitos de eficiência verificados estão mais associados ao transporte de cargas. Além disto, o transporte ferroviário de passageiros, ao contrário do de cargas, ocorre em grande parte por meio da fonte elétrica, o que acaba por reduzir seu impacto na variação consumo de diesel.

1.2.2- Transportes de Cargas

O consumo energético do setor de transporte de cargas, ao contrário do de passageiros, guarda uma forte relação com as taxas de crescimento econômico, caindo também em períodos de desaceleração econômica, como entre 2002-2003 e 2004-2005, como pode ser observado na Figura 1.2.2.1.

Fig. 1.2.2.1 - Participação dos Modais no Consumo Final de Energia no Transporte de Cargas – mil tep – 2000-2008



Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

A evolução do consumo energético no setor de transporte de cargas tem sido determinada principalmente pela atividade do setor rodoviário, embora seja possível observar uma tendência ao aumento dos modais ferroviário e hidroviário.

Tab. 1.2.2.1 - Participação dos Modais na Demanda Energética do Transporte de Cargas – % – 2000-2008

	Aéreo	Ferroviário	Aquaviário	Rodoviário
2000	3,73	1,89	4,16	90,22
2001	3,36	2,09	4,50	90,05
2002	3,54	1,99	4,37	90,10
2003	2,65	2,55	4,22	90,58
2004	2,72	2,38	4,42	90,47
2005	2,71	2,44	4,52	90,34
2006	2,44	2,39	4,34	90,84
2007	2,14	2,34	5,06	90,46
2008	1,50	2,36	5,15	90,99

Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

Embora os modais rodoviário e hidroviário apresentem pequena em importância relativa no consumo final de diesel, ambos possuem uma necessidade de consumo de diesel para geração de uma unidade física de produto⁵ (consumo específico)

⁵ No caso do setor de transporte de cargas, esta unidade física é a tonelada por quilômetro útil (tku), que representa o trabalho necessário para transportar uma tonelada útil (tu) - total de carga movimentada no transporte remunerado – vezes a distância de um quilômetro (ANTT,2014).

significativamente menor em comparação ao modal rodoviário. Sendo assim, mesmo que sua participação seja baixa, sua evolução pode contribuir para queda do consumo específico e na intensidade energética do consumo de diesel na economia. Esta observação é conhecida por especialistas no setor de transporte, pode ser ilustrada a partir de um estudo da FRA (2009), no qual se verifica que consumo específico de diesel no modal rodoviário é relativamente mais alto do que o do setor ferroviário, podendo ser até cinco vezes maior⁶. Portanto, o aumento da participação deste modal contribui negativamente para a variação no consumo do consumo de diesel verificada entre os anos.

A conclusão do parágrafo anterior pode ser ilustrada na Tabela 1.2.2.2. Embora o consumo final energético do setor de transporte ferroviário de cargas seja pequeno comparado ao rodoviário, a participação do modal ferroviário no volume transportado apresentou um crescimento significativo e, em 2008, já representava 26,39% do volume transportado, evidenciando uma maior eficiência perante o modal rodoviário. O mesmo ocorre para o transporte hidroviário, entretanto, a participação do óleo diesel não é preponderante neste modal, representando cerca de 30% no período estudado. No caso do setor ferroviário, a participação do diesel manteve-se maior que 80% no período, chegando a 88% em 2008.

Tab. 1.2.2.2 - Participação dos Modais na Tonelada-km total de Transporte de Cargas – % – 2000-2008

	2008			
	Aéreo	Ferroviário	Aquaviário	Rodoviário
2000	0,21	21,61	14,35	63,82
2001	0,18	21,67	15,36	62,79
2002	0,21	21,82	15,32	62,65
2003	0,19	22,88	15,36	61,57
2004	0,20	24,14	16,06	59,60
2005	0,20	24,99	16,09	58,72
2006	0,18	25,69	17,01	57,13
2007	0,15	26,49	17,16	56,21
2008	0,10	26,39	17,25	56,25

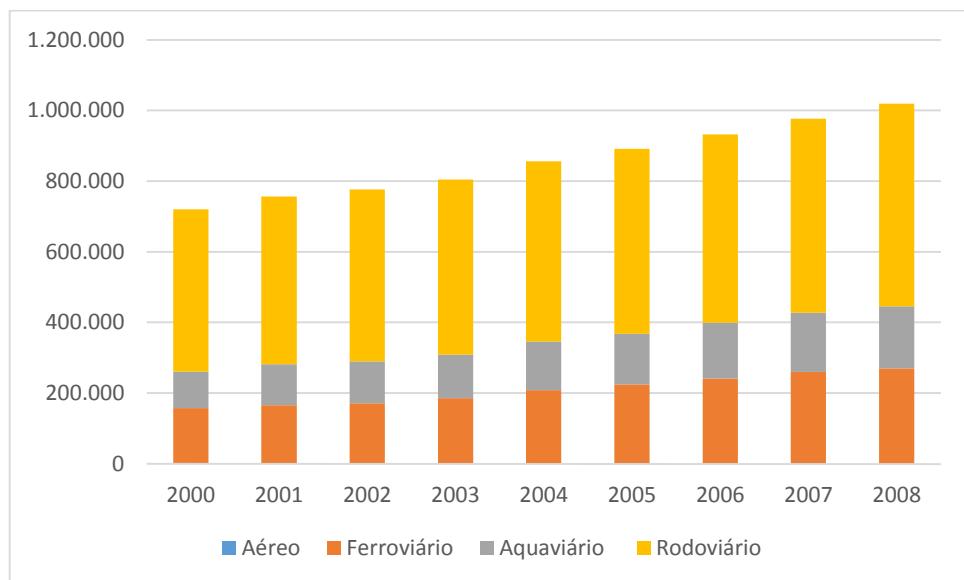
Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

Mesmo possuindo um baixo consumo, o modal ferroviário representou na média dos anos 24,17% do transporte de carga, medido em tonelada-km. A Figura 1.2.2.2 mostra

⁶ A eficiência energética no transporte de cargas é também função de diferenças tecnológica intramodais e intermodais, da integração logística entre diferentes modais, e da otimização do uso da capacidade de transporte do veículo.

que, mesmo em anos de queda na economia, o número de tonelada-km cresceu continuamente.

Fig. 1.2.2.2 - Participação dos Modais no Transporte de Carga – milhões de Tonelada-km – 2000-2008



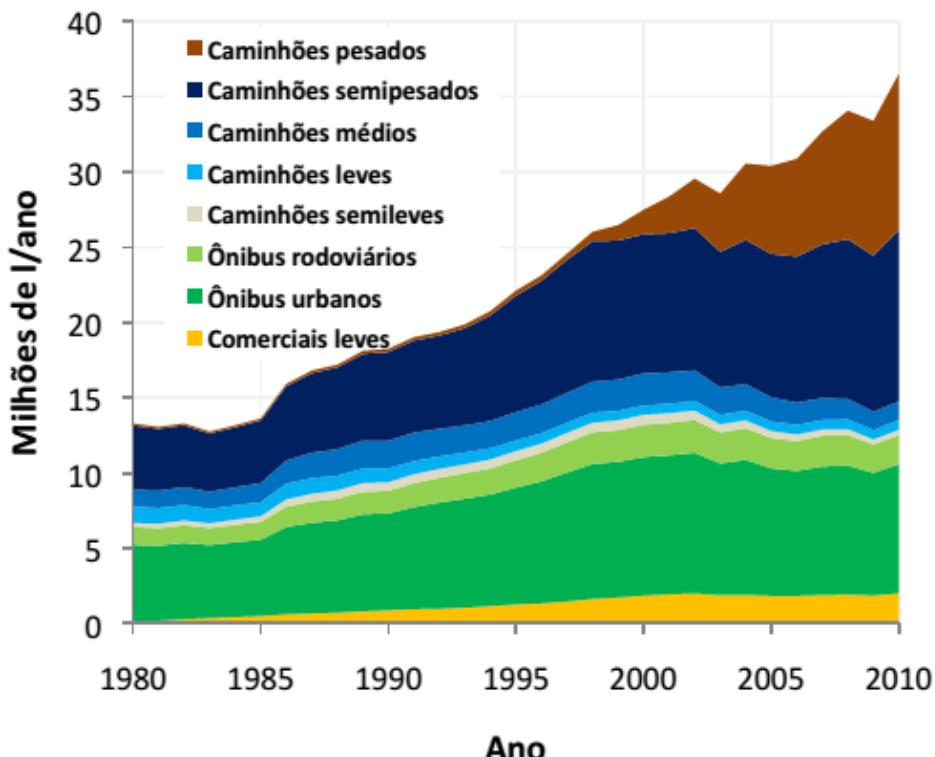
Fonte: Elaboração própria com base em EPE (2012)

A manutenção do crescimento do número de tonelada-km do setor, mesmo em momentos de baixo desempenho da economia nacional que se refletiram em queda do consumo de energia no setor de transporte, indica a existência de um expressivo efeito de eficiência atuando no período analisado.

No modal rodoviário, o consumo de diesel é proveniente do somatório entre os consumos dos caminhões, ônibus e veículos comerciais leves. Existe também uma parcela de consumo direto de óleo diesel pelas famílias previsto pela matriz insumo-produto nacional, como destacado por MONTOYA *et al.* (2013)⁷. No que se refere ao transporte rodoviário de cargas, o consumo de diesel tem aumentado, principalmente, devido a maior participação do consumo de caminhões pesados, como pode ser visto na Figura 1.2.2.3.

⁷ Esta questão será melhor explicada no Capítulo 3.

Fig. 1.2.2.3 - Evolução do Consumo de Diesel de Petróleo no Transporte Rodoviário de Cargas –
Milhões de litros por ano – 1980-2010



Fonte: MT & MCID (2013)

Os caminhões pesados possuem um menor consumo específico⁸. Isto associado a um aumento da participação do setor de transportes ferroviário no transporte de cargas também corrobora com a hipótese de que, no período, houve um significativo efeito de redução na intensidade energética que pressionou para baixo o crescimento da demanda de diesel do setor de transporte entre 2000 e 2008.

Apesar de ser elucidativa, a análise realizada neste capítulo não é capaz de atribuir de forma adequada a participação dos setores na demanda de diesel. Por exemplo, parte do consumo energético para o transporte de um produto agrícola está, na verdade, associado à produção do setor agropecuário, e não ao setor de transportes. Para adereçar os requerimentos de diesel dos setores faz-se necessária uma análise baseada em matrizes insumo-produto, que permite diferenciá-los em parcelas consumidas direta e

⁸ Numa análise simplificada, com base em dados da ANFAVEA (2008), é possível perceber que enquanto um caminhão semileve é capaz de andar 9,1 km com um litro de diesel e carrega uma carga máxima de 6 toneladas, um caminhão pesado é capaz de percorrer 3,4 km com um litro de combustível, carregando mais que 40 toneladas. Ou seja, enquanto a capacidade de carregamento é mais que 6 vezes maior, o consumo é menos que três vezes maior.

indiretamente no processo produtivo. Na seção 4.1 serão apresentados os requerimentos diretos e indiretos dos setores econômicos nacionais.

Tampouco esta análise foi capaz de quantificar a magnitude dos ganhos de eficiência energética, que permitem que a mesma produção seja criada a partir de um menor consumo energético, ou de outros efeitos, como o crescimento populacional e de mudanças na estrutura de produção e de demanda. Isto só se faz possível através de análises mais elaboradas, como a SDA, que permitem mensurar a contribuição de diferentes variáveis que guiam a evolução do consumo de diesel. Esta metodologia é apresentada no Capítulo 2 e os resultados desta análise são apresentados na seção 4.2 e 4.3.

2. METODOLOGIA

2.1 - Introdução

A análise de decomposição é um método estático comparativo utilizado para decompor mudanças numa variável chave a partir dos determinantes que a compõem. Seu desenvolvimento ocorre dentro do contexto de evolução da análise da demanda energética. Segundo BHATTACHARYYA (2003, p.42), o primeiro choque do petróleo em 1973⁹ teve um papel determinante na mudança de foco no setor energético. Antes dos choques, o planejamento do setor adotava uma ótica que priorizava aspectos da oferta, onde se considerava um crescimento exógeno da demanda de energia que determinava a necessidade de expansão da oferta. Os desafios advindos do aumento repentino nos preços e a necessidade de superá-los foram determinantes para aumento da pesquisa em energia.

BHATTACHARYYA (ibdem., p.42-43), também cita outros acontecimentos importantes para evolução do instrumental de análise e modelagem energética nas décadas posteriores ao choque do petróleo, tais como: (i) o crescimento da preocupação com as mudanças climáticas, que ocorrem num período de tempo mais longo, levaram ao desenvolvimento de análises que abarcam longos períodos temporais, podendo chegar a um século; (ii) a liberalização de vários mercados de energia, principalmente no setor elétrico, influenciou o desenvolvimento de modelos de análise de curto-prazo, com objetivos de gerenciamento da operação no horizonte temporal de dias e horas; (iii) preocupações crescentes acerca da segurança da oferta de combustíveis e da necessidade de grandes expansões na capacidade produtiva instalada a nível global tem levado a uma análise mais detalhada do desenvolvimento da infraestrutura energética em países desenvolvidos e em desenvolvimento, tanto para repor antigos equipamentos, quanto para criar nova capacidade instalada; (iv) o vasto desenvolvimento da computação e da

9 No final dos anos de 1960 e início dos anos de 1970, mundial estava se tornando fortemente dependente de recursos petrolíferos externos. Neste contexto, as nações foram terem de lidar com cortes no fornecimento, seguidos de embargos por países árabes organizados num cartel conhecido como a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Além disto, simultaneamente, crescia o interesse popular acerca dos impactos ambientais associados ao aumento do uso de energia, especialmente da poluição atmosférica associada à queima de carvão. Durante a crise do petróleo, modelos insumo-produto focados no uso energético foram desenvolvidos extensivamente (MILLER & BLAIR, 1985).

comunicação, associado ao seu barateamento e expansão, impactou nas capacidade analíticas e no processamento de dados.

Este estudo faz uso de uma das metodologias da análise de decomposição, SDA¹⁰, buscando uma aplicação para uma análise do consumo de diesel no Brasil entre 2000 e 2008. A SDA geralmente é utilizada para explicar a evolução da demanda energética total e de suas emissões vinculadas. Neste trabalho, optou-se por utilizar esta metodologia de análise de decomposição para adereçar os determinantes da evolução de apenas uma fonte energética, o óleo diesel. Com isto, objetiva-se analisar mais com mais profundidade as transformações sociais, tecnológicas e econômicas que levaram à evolução do consumo desta fonte. Esta análise se torna ainda mais interessante devido ao contexto no qual o consumo de diesel é marcado por uma predominância do uso destinado ao transporte de cargas e ao transporte público de passageiros, que torna difícil a direta substituição entre o diesel e outras fontes energéticas e facilita a interpretação dos resultados.

Na seção 2.2 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o tema, com o objetivo de esclarecer aspectos técnicos que determinaram a evolução das análises de decomposição energética. Este capítulo também explicará, em parte, questões de ordem mais subjetiva que determinaram a escolha pelo método LMDI-I em sua forma aditiva neste estudo.

Como será visto na seção 2.3, uma análise de decomposição pode ser baseada em diversos métodos. Não é provável que, num futuro próximo, um consenso sobre qual o melhor método a ser utilizado seja encontrado e, por isto, o método deve ser aplicado de acordo com os objetivos e disponibilidade de dados de cada análise. Sendo assim, é importante que estudos que façam uso deste ferramental justifiquem a escolha do método de decomposição, embora ainda exista certo grau de subjetividade neste processo.

Na seção 2.4 são apresentadas algumas noções básicas da análise insumo-produto, que serão, posteriormente utilizadas na seção 2.5, que apresenta a formulação básica do modelo insumo-produto energético, e 2.6, na qual consta a formulação matemática da análise de decomposição estrutural e o modelo de decomposição utilizado.

¹⁰ *Structural Decomposition Analysis.*

2.2 -Análises de Decomposição

Existem duas técnicas de análise consolidadas na literatura sobre análise de decomposição energética: a Análise de Decomposição de Índice (IDA)¹¹ e a Análise de Decomposição Estrutural (SDA). Ambos são métodos estático comparativos utilizados para decompor variações temporais de uma variável-chave em determinantes (WACHSMANN,2005). Embora tenham sido desenvolvidos de forma independente, as similaridades entre os métodos SDA e IDA são muitas, ROSE & CASLER (1996) já destacavam que se a informação contida na matriz insumo-produto fosse incluída no método IDA ele poderia ser generalizado para o caso de uma SDA baseada em Matrizes Insumo-Produto (MIP). A maior diferença entre os dois métodos é o fato da SDA utilizar a estrutura da MIP, enquanto a IDA utiliza apenas dados agregados.

Em HOEKSTRA & BERGH (2003), encontra-se uma tentativa mais elaborada de comparação entre os dois métodos. Os autores destacam que a menor necessidade de dados de uma análise IDA é uma vantagem apenas aparente, pois também está associada a um menor detalhamento da análise de decomposição. Efeitos tecnológicos ou de demanda não podem ser apreendidos numa análise IDA. Além disto, por meio de contas-satélites é possível incorporar outros indicadores dentro do ferramental insumo-produto, aumentando seu escopo de aplicação para questões tais como consumo energético, poluição atmosférica, emissão de GEEs, consumo de recursos ambientais, mercado de trabalho, e outros temas. Neste contexto, a SDA se torna ainda mais relevante, por permitir a diferenciação entre efeitos diretos e indiretos¹² da demanda de um produto ou setor econômico. Sendo assim, a SDA é capaz de capturar efeitos ligados, por exemplo, aos requerimentos energéticos indiretos ou às emissões causadas durante o processo produtivo de um produto ou setor industrial.

A maior desvantagem do uso do método SDA reside na necessidade de dados, o que acaba restringindo a extensão do período e o número de países analisados. Em SU & ANG (2012) é possível inferir que entre os anos de 1999 e 2010, a média de anos analisados em estudos que utilizavam o SDA para análises energéticas e ambientais era

¹¹ *Index Decomposition Analysis.*

¹² Os efeitos indiretos advêm da energia contida nos insumos demandados para produção de um bem ou serviço. Por exemplo, para produzir uma bicicleta uma empresa consumirá diretamente de energia (e.g., eletricidade para iluminação e operação de máquinas). Entretanto, também foi necessário consumir energia para produzir os insumos utilizados na fabricação da bicicleta (e.g., alumínio e borracha) e assim por diante. Estes consumos intermediários de energia no processo de energia representam os requerimentos energéticos indiretos.

de cerca de 12 anos e abordavam em média 1,5 países, o que parece corroborar com esta explicação. Já em análises IDA, é comum que vários países e décadas sejam contemplados nos estudos.

SU & ANG (idem.), realizam uma revisão acerca do desenvolvimento da SDA, que retoma os trabalhos de LEONTIEF & FORD (1972), GOULD & KULSHRESHTHA (1986), GOWDY & MILLER (1987), e PLØGER (1983, 1984). Inicialmente, estes estudos eram realizados com base na mudança de um parâmetro ao passo que os outros permaneciam fixados, com base nos índices de Laspeyres e Paasche. Os resultados obtidos dependiam do ano-base, que podia ser escolhido de forma arbitrária. Estes métodos não oferecem uma decomposição perfeita, gerando resíduos que dificultam a interpretação dos resultados. A decomposição perfeita permite a eliminação do resíduo e também satisfaz outras condições necessárias para que o índice passe nos testes de reversão fatorial¹³.

Para resolver o problema da decomposição imperfeita, outros métodos foram criados até os anos 2000, dentre os quais SU & ANG (2012) destacam: (i) BETTS (1989) que propõe duas formas gerais de decomposição estrutural exata que, entretanto, não são reversíveis em seus fatores; (ii) DIETZENBACHER & LOS (1998), que propõem o uso de uma média de todos as $n!$ formas equivalentes de decomposição para chegarem à decomposição ideal¹⁴. Este método, entretanto, possui operacionalização difícil quando o número de fatores é muito grande¹⁵, e métodos que buscaram superar este problema não passaram no teste de reversão de fatores e, portanto, não são ideais¹⁶.

A introdução dos métodos de índices divisoria de média logarítmica, LMDI-I (ANG & LIU, 2001; ANG *et al.*, 1998) e LMDI-II¹⁷ (ANG & CHOI, 1997; ANG *et al.*, 2003) tem ganhado destaque em publicações mais recentes em SDA. O índice LMDI-I, em especial, tem sido adotado em diversos estudos, como por exemplo BOER (2008, 2009), WACHSMANN *et al.* (2009), WEBER (2009), e WOOD (2009). Outros dois métodos desenvolvidos nesta época que merece, menção são o de Taxa Média de Mudanças

¹³ Como será visto na seção 2.3, a reversão fatorial é uma característica altamente desejável para índices candidatos a análises de decomposição.

¹⁴ Desta maneira, o método permanece exato e não privilegia nenhuma forma específica de decomposição.

¹⁵ No método D&L, o aumento no número de fatores a serem calculados numa SDA aumenta exponencialmente com o número de determinantes considerados. Uma análise como presente neste trabalho, baseada em 10 fatores $10! (3.68.800)$ formas exatas que deveriam ser ponderadas.

¹⁶ Por isto em estudos mais recentes, o uso do D&L em sua forma completa tem sido mais utilizado (ANG, 2012)

¹⁷ Este método também conhecido como *Refined Divisia*.

(MRCI)¹⁸ (CHUNG & RHEE, 2001) e o Shapley/Sun (S/S) (SUN, 1998). Posteriormente, WOOD & LENZEN (2006) apontaram algumas similaridades entre o método S/S na IDA e o método D&L na SDA.

2.3 -Escolha da Metodologia

A escolha da metodologia a ser utilizada nas análises de decomposição não é uma questão trivial e ainda hoje não existe consenso quanto a um índice ideal para análises energéticas. SU & ANG (2012) ilustram esta questão através de uma análise da literatura acerca dos estudos de decomposição estrutural aplicados a energia e emissões de GEEs. Em sua pesquisa, o autor identifica que o aumento no número de estudos que tratam acerca de SDA, embora tenham se baseado principalmente em métodos que fornecem uma decomposição perfeita¹⁹, métodos como o D&L, LMDI, ad hoc²⁰, e outros métodos (em menor escala), podem ser encontrados em publicações recentes. Não é incomum encontrar estudos, principalmente anteriores aos anos 2000, onde à questão da escolha do índice é dada pouca importância.

ANG (2004), divide as análises de decomposição estrutural em dois grupos: métodos ligados ao índice de Laspeyres e os ligados ao índice Divisia. Nas décadas de 1970 e 1980 foram utilizados métodos conceitualmente semelhantes ao índice de Laspeyres, onde calcula-se o impacto de um determinado determinante deixando-o variar no tempo enquanto outros permanecem fixos no ano base. ANG (2004) cita como representativos deste período os trabalhos de JENNE & CATTELL (1983) e MARLAY (1984), que analisam mudanças nas tendências de consumo energético industrial no Reino Unido e nos EUA, respectivamente. Aprimoramentos posteriores foram feitos aos métodos ligados ao índice Laspeyres.

O índice Divisia se baseia numa soma ponderada de taxas de crescimento logarítmicas, onde a ponderação se dá através da parcela dos componentes no valor total, dado na forma de uma integral de linha (ANG,2004). Posteriormente, o uso deste método foi sugerido como alternativa para análises de decomposição energética em estudos como

¹⁸ *Mean-rate-of-change Index*

¹⁹ Esta questão será melhor tratada posteriormente nesta seção.

²⁰ ANG (2012) são definidos como métodos tradicionais baseados na mudança de um parâmetro enquanto os outros permanecem fixos. Não passam no teste de reversão nos fatores e o resultado depende do ano escolhido, o que torna estas metodologias arbitrárias.

REITLER *et al.* (1987), HOWARTH *et al* (1991), PARK (1992), SUN (1998), ANG *et al.* (2002), BOYD *et al.* (1987). Extensões e aprimoramentos foram realizados nos trabalhos como os de BOYD *et al.* (1998), LIU et. al. (1992), ANG *et al.* (1994), ANG & CHOI (1997), ANG *et al.* (1998), ANG & LIU (2001), WOOD & LENZEN (2006), BOER (2008), WOOD & LENZEN (2009), e LENZEN *et al.* (2013). Para o caso brasileiro, merecem destaque os trabalhos de WACHSMANN (2005), WACHSMANN *et al.* (2009) e LENZEN et al, (2013), que buscam identificar o impacto da produção de bens e serviços sobre a variação nas emissões nacionais. Estes trabalhos foram responsáveis por dar respostas a muitos dos problemas de dados da economia nacional, possibilitando o desenvolvimento desta dissertação e a criação de trabalhos futuros sobre o tema.

Embora ainda exista certa subjetividade na escolha do método de análise a ser utilizado, existem algumas características desejáveis nos candidatos a serem utilizados numa análise de decomposição. ANG (2004) realiza uma reflexão acerca de quais deveriam ser os métodos escolhidos em cada caso, baseando-se em nas bases teóricas do método e no contexto no qual o mesmo deverá ser aplicado. No que diz respeito às qualidades de um método de decomposição, destacam-se suas bases teóricas, sua adaptabilidade, sua facilidade de uso, e sua facilidade de interpretação de resultados. Com relação à base teórica, ANG *et al.* (2002) destaca a reversibilidade nos fatores²¹, a reversibilidade no tempo²², a proporcionalidade²³ e a consistência na agregação²⁴. A reversibilidade nos fatores, em especial, seria altamente desejável.

ANG (2004) também cita a adaptabilidade da metodologia de decomposição como uma característica desejável para que a mesma possa ser utilizada em um escopo maior de análises. Portanto, a existência de uma relação direta entre as formas aditivas e

²¹ Significa que a decomposição da mudança de uma variável é totalmente explicada pela variação de seus determinantes. Um resíduo grande pode ser um entrave à explicação da variação. (DE WAZIERS, 2005).

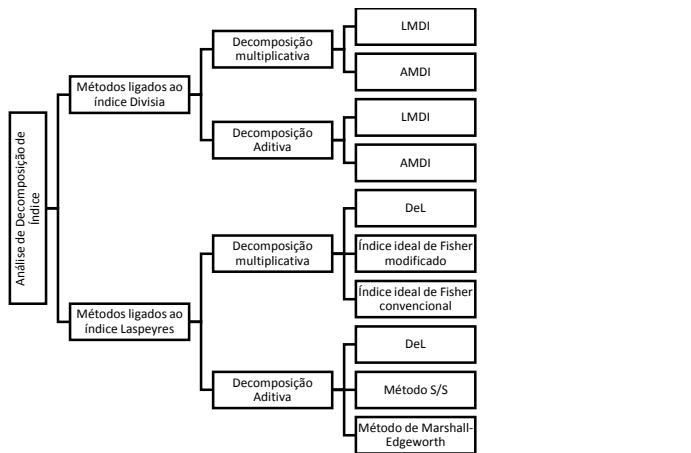
²² A reversibilidade temporal permite que, caso os períodos de tempo dos determinantes sejam invertidos, a decomposição apresentaria um resultado recíproco. Isto significa que as variações seriam simétricas. O índice de Laspeyres, por exemplo, não passa no teste de reversão temporal. Por exemplo, se o preço de determinado produto varia de R\$10 para R\$12, verifica-se um aumento de 20% no preço, porém se ele varia de R\$12 para R\$10, verifica-se uma queda de aproximadamente 16,667 % (HOEKSTRA & BERGH, 2003).

²³ Significa que o índice é uma função homogênea de grau 1 e, portanto, uma variação proporcional em todos os determinantes do índice resultaria numa variação proporcional do mesmo. Matematicamente, $f(\lambda, x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \lambda f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, onde λ representa um escalar qualquer (DE WAZIERS, 2005). O LMDI-I, por exemplo não é homogêneo de grau 1. Embora esta propriedade seja essencial em inúmeros temas numa análise de decomposição ela é considerada secundária.

²⁴ Significa que os resultados de um procedimento único de cálculo se igualam aos dos obtidos em várias etapas. Ou seja, a soma dos resultados de todos os subíndices ou subcomponentes se iguala ao resultado obtido numa análise agregada (DE WAZIERS, 2005).

multiplicativas e a capacidade da metodologia receber valores negativos e nulos também seria desejável. A partir desta sua análise, o autor delimita quais deveriam ser as metodologias de decomposição consideradas numa análise de decomposição energética, criando a seguinte relação de metodologias apresentadas na Figura 2.3.1.

Fig. 2.3.1 - Metodologias de Decomposição



Fonte: Adaptado de ANG (2004)

Outro aspecto que seria desejável em um índice seria a circularidade, o que significa que o resultado de um cálculo entre dois períodos de tempo não depende da evolução do indicador em períodos intermediários²⁵. Entretanto, como pode ser visto em DE WAZIERS (2005), na prática nenhum índice satisfaz o teste de circularidade e, por isto, ele não é considerado nos estudos de decomposição. PERSONS (1928) demonstra que nenhum índice satisfaz simultaneamente testes de circularidade e de fator-reversibilidade. Como a reversibilidade nos fatores é necessária para a decomposição exata, a circularidade é deferida nas análises de decomposição.

HOEKSTRA & BERGH (2003) e WOOD & LENZEN (2006) também ressaltam a importância da robustez a valores zero, que possibilita a entrada de valores nulos no cálculo do índice. Esta propriedade é especialmente relevante em análises SDA, que apresenta um grande número de valores nulos. Índices que utilizam variações logarítmicas, por exemplo, não podem receber zeros, o que gera a necessidade de alguma forma de tratamento dos dados antes de serem incluídos no cálculo de efeitos, conforme será apresentado no Capítulo 3.

²⁵Matematicamente isto pode ser entendido como: $X_{0,1} * X_{1,2} * X_{2,3} * \dots * X_{t-1,t} = X_{0,t}$, ou seja, $X_{0,s} * X_{s,t} = X_{s,t}$ para qualquer $s \in [0, t]$.

Para lidar com a questão dos valores zero no método LMDI, ANG & CHOI (1997) sugerem substituí-los por um valor δ próximo a zero²⁶. Embora este método seja teoricamente exato, ele não é eficiente no caso de estudos SDA, que trabalham com matrizes que possuem um grande número de valores zero, como é evidenciado em WOOD & LENZEN (2006). Nestes casos, os valores podem demorar a convergir para seus limites, apresentando erros significativos mesmo para δ tão baixos quanto 10^{-365} . Para superar esta questão, os autores propõem o uso da tabela proposta em ANG *et al.* (1998) com os limites das 8 possíveis causas de valores zero, como pode ser visto na Figura 2.3.2.

Fig. 2.3.2 - Limites dos pesos LMDI para 8 possíveis causas de valores zero nos dados

Caso	y_0	y_1	x_0	x_1	Δy^L^*
1	0	NP	0	NP	y_1
2	NP	0	NP	0	$-y_0$
3	0	NP	NP	NP	0
4	NP	0	NP	NP	0
5	0	0	NP	NP	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	NP	0	0
8	0	0	0	NP	0

Fonte: Adaptado de WOOD & LENZEN (2006) e ANG *et al.*(1998, p.492)

$$* \Delta y^L = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta y}{\Delta(\ln(y))} * \ln \frac{x_1}{x_0}$$

** NP = Número positivo

Esse método foi utilizado no presente estudo, através de uma estrutura condicional incorporada ao cálculo dos efeitos na SDA do consumo de diesel no Brasil. Além de aumentar a precisão do cálculo, este método diminui significantemente o tempo gasto no processamento dos dados.

Na Figura 2.3.3, realiza-se uma síntese das características dos métodos de decomposição candidatos a este estudo.

²⁶ Com δ entre 10^{-10} e 10^{-20} .

Fig. 2.3.3 - Características dos principais métodos candidatos à análise de decomposição

Método	Fator-reversível	Temporalmente reversível	Robusto a valores zero
Layspeyres	Não	Não	Não
Índice ideal de Fisher Modificado	Sim	Sim	Não
Índice Ideal de Fisher Convencional	Sim	Sim	Sim
Método de Marshall-Edgeworth	Não*	Não	Sim
Paasche	Não	Não	Sim
Método Shapley/Sun	Sim	Sim	Sim
LMDI I	Sim	Sim	Sim
LMDI II (Refinado)	Sim	Sim	Sim
Divisia de Pesos Ponderados Adaptados (AMDI)	Não	Não	Não
Dietzenbacher e Los – D&L	Sim	Sim	Sim
Taxa Média de Mudança – MRCI	Sim	Sim	Sim

* Completo apenas para 2 determinantes.

Fonte: Elaborado com base em HOEKSTRA & BERGH (2003), WACHSMANN (2005) e DE WAZIERS (2005)

O primeiro critério utilizado para a escolha do método utilizado neste trabalho foi a decomposição exata. Entende-se que, na literatura recente sobre o tema, métodos exatos têm sido privilegiados nos estudos de análise de decomposição estrutural e que, futuramente, aprofundamentos teóricos tenderão a privilegiar este tipo de análise e aumentarão seu escopo de aplicações e, com isto, a relevância dos estudos que o utilizam. Além disto, embora existam autores que negam a necessidade de decomposição perfeita para que o método escolhido seja ótimo²⁷, ainda não existe consenso sobre qual seria este método. Portanto, não se vê justificativa teórica para utilizar métodos que geram resíduos.

Métodos que não são robustos a valores zero não foram considerados métodos candidatos a este estudo, posto que as MIPs são constituídas em grande parte por células nulas, o que inviabilizaria o cálculo a priori. A reversibilidade temporal também é uma característica interessante, pois torna compatível cálculos feitos em qualquer direção do tempo, ou seja, $\Delta y_{0,t} = -\Delta y_{t,0}$, tornando também a interpretação dos resultados mais simples.

Uma característica relevante num modelo e que acabou sendo decisiva na escolha final da metodologia foi a facilidade de cálculo. O método D&L e o método LMDI-I e

²⁷ Uma revisão mais detalhada sobre o tema pode ser encontrada em MULLER (2006).

LMDI-II são muito semelhantes no que diz respeito aos principais fatores priorizados considerados no presente trabalho. Entretanto, devido ao grande número de determinantes contidos nesta análise, dez no total, optou-se por utilizar o método LMDI-I em sua forma aditiva. Desta forma, o tempo necessário para a elaboração desta SDA será menor e, utilizando-se a forma aditiva, acredita-se que os resultados encontrados serão de mais fácil compreensão pelo leitor.

2.4 -Matrizes Insumo-Produto e Análises Energéticas

A análise de decomposição estrutural se baseia na estrutura das matrizes insumo-produto, criada por Wassily Leontief em 1951, que busca aplicar a teoria da interdependência geral na forma de um estudo empírico das inter-relações entre as diferentes partes de uma economia nacional. Leontief conseguiu construir uma fotografia da economia, por meio da qual o sistema de interdependência é demonstrado por meio de uma matriz.

Através das matrizes insumo-produto, cria-se um aparato analítico que permite demonstrar como as vendas podem ser utilizadas dentro do processo de produção nos diferentes setores econômicos ou consumidos pelos diversos componentes da demanda final, como pode ser observado na Figura 2.4.1.

Fig. 2.4.1 - Estrutura de uma Matriz Insumo-Produto

Setores Compradores			Consumo Intermediário	Demanda Final			Produção Total	
Setores Vendedores	$S_{1,1}$	...	$S_{1,n}$	$CI_{1,1}$	$D_{1,1}$	...	$D_{1,k}$	$X_{1,1}$
	\vdots	\ddots	\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	\vdots
	$S_{n,1}$	...	$S_{n,n}$	$CI_{n,1}$	$D_{n,1}$	...	$D_{n,k}$	$X_{n,1}$
Impostos, margens e importações	$ILL_{1,1}$	...	$ILL_{1,n}$	...	...	...	$ILL_{1,k}$	
	$M_{1,1}$	...	$M_{1,n}$	...	...	...	$M_{1,k}$	
Valor Agregado	$VA_{1,1}$	...	$VA_{1,n}$					
Produção Total	$X_{1,1}$	...	$X_{1,n}$					

Fonte: Elaboração Própria

Onde:

S é a produção destinada às indústrias

D representa as categorias de demanda final

CI é o consumo intermediário

X é a demanda total

M são as importações

n representa os setores industriais;

k representa as categorias de demanda final;

As relações de interdependência entre as indústrias fazem com que o aumento da demanda agregada incorra em um aumento mais do que proporcional na renda total da economia, o que é conhecido como efeito multiplicador. Cada setor possuirá um efeito multiplicador diferente, a depender de como se relaciona com os outros setores. Este efeito se repete de outra forma – chamada de efeito induzido –, também na demanda por fatores produtivos, que pertencem às famílias. Um aumento na demanda por estes fatores

gera um aumento na renda das famílias, promovendo, por sua vez, um aumento em sua demanda por produtos finais, repercutindo em todos os setores, inclusive o de fatores produtivos, resultando em um ciclo que leva a um novo estado de equilíbrio.

Assim, o modelo pode ser formalizado da seguinte forma, supondo que a economia seja dividida em n setores:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + c_i + I_i + e_i \equiv x_i$$

Onde:

x_{ij} é a produção do setor i que é utilizada como insumo pelo setor j ;

c_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente;

I_i é a produção do setor i que é destinada ao investimento;

e_i é a produção do setor i que é exportada;

x_i é a produção doméstica total do setor i

Uma vez que os fluxos intermediários por unidade do produto final sejam assumidos como fixos, é possível derivar o sistema aberto de Leontief, ou seja:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i = x_i$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Onde:

a_{ij} é o coeficiente técnico que representa a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade adicional de produto final do setor j ;

y_i é a demanda final da produção do setor i , isto é, $c_i + I_i + e_i$;

x_i é a produção doméstica total do setor i ;

x_j é a produção doméstica total do setor j

Também é possível expressar a equação anterior em sua forma matricial:

$$Ax + y = x$$

Onde:

A é a matriz de ordem $(n \times n)$ dos coeficientes diretos de insumos;

x é o vetor de produção doméstica total $(n \times 1)$;

y é o vetor de demanda final da produção $(n \times 1)$

Escrevendo de outra forma:

$$y = x - Ax$$

ou

$$y = x(I - A)$$

$$L = (I - A)^{-1}$$

$$x = L \times y$$

Onde:

L representa a matriz de ordem ($n \times n$) dos efeitos diretos e indiretos

A partir da teoria de insumo-produto, diversas formas de aplicação surgiram com o intuito de tratar uma ampla gama de problemas, tais como questões econômicas, sociais e ambientais. GUILHOTO (2001) destaca alguns dos seus campos de atuação, a saber: i) análises estruturais e análises de impacto; ii) meio ambiente e recursos naturais; iii) distribuição de renda; iv) construção e atualização de matrizes; v) matrizes de contabilidade social; vi) modelos econôméticos de insumo-produto e; vii) modelos aplicados de equilíbrio geral.

Uma abordagem energética baseada em matrizes insumo-produto geralmente busca determinar a quantidade total de energia requerida para entregar um produto a sua demanda final, tanto diretamente como energia consumida no processo produtivo, quanto indiretamente como energia contida nos insumos industriais. O cálculo da energia contida nos produtos passa por uma análise de processo que visa determinar quais são os bens e serviços diretamente requeridos para entregar o produto. Estes bens e serviços podem ser energéticos (energia direta) ou não-energéticos. Os insumos não-energéticos são analisados para determinar seus insumos, que novamente incluem bens e serviços energéticos e não-energéticos. A análise, portanto, se baseia em rodadas. A primeira rodada de insumos energéticos é a da energia direta requerida. Rodadas subsequentes determinam a energia indireta requerida. A soma da energia direta e todas as indiretas requeridas corresponde à energia total requerida. O processo se dá de forma análoga àquele do cálculo do requerimento monetário ou à inversa de Leontief numa análise convencional (MILLER & BLAIR, 1985).

2.5 – Método dos Coeficientes Diretos e Método das Unidades Híbridas

WACHSMANN (2005, p. 114) destaca que a inclusão de dados energéticos pode se dar de duas formas. A primeira delas é o uso de um modelo baseado em unidades

híbridas, no qual fluxos monetários entre setores econômicos e categorias de demanda final são substituídos por fluxos energéticos. Já no modelo de coeficientes diretos, o consumo de energia é considerado em uma conta satélite, que contém os fluxos de energia dos setores produtivos e da demanda final. A partir destes dados, são calculados os coeficientes diretos, dividindo o consumo total de energia um setor, no caso deste estudo de óleo diesel (em tep), pela produção total correspondente na matriz insumo-produto, em valores monetários.

A demanda de energia passa, então, a ser definida da seguinte forma:

$$E = E_{ind} + E_{dir} = N(I - A)^{-1} + E_{dir}$$

Onde:

E é o consumo total de energia;

E_{ind} é o consumo indireto de energia;

E_{dir} é o consumo direto de energia;

N é o vetor de intensidade energética;

A é a matriz de coeficientes técnicos;

I é a matriz identidade;

Como WACHSMANN (ibdem., p. 115) ressalta, este método possui a limitação de não considerar os diferentes preços pagos pelos produtos setoriais em diferentes setores da economia. Este problema poderia ser solucionado através do método de unidades híbridas que, a princípio, é preferível ao método dos coeficientes diretos. Entretanto, para o Brasil, estes dados não estão disponíveis. Outro problema do uso de coeficientes diretos é que a correspondência entre fontes primárias e secundárias de energia, que mantêm a consistência do sistema, só é preservada em situações especiais. Neste estudo, porém, esta última limitação não prejudica a análise, que se baseia apenas em uma fonte energética. Portanto, devido às limitações de dados existentes, optou-se por utilizar o método dos coeficientes diretos de energia.

2.6 -Formulação Matemática da Análise de Decomposição Estrutural

Suponha uma variável y tal que:

$$y(t) = f(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$$

A variação de y no tempo é dada por:

$$dy = \frac{\partial y}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial y}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial y}{\partial x_n} dx_n$$

No caso específico da variável endógena ser dada pelo produto de suas determinantes, a equação acima ganha a seguinte forma:

$$dy = \prod_{j=1, j \neq 1}^n dx_1 + \prod_{j=1, j \neq 2}^n dx_2 + \dots + \prod_{j=1, j \neq n}^n dx_n = \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1, j \neq i}^n x_j dx_i \right)$$

A equação acima é a base na qual se baseia o método Índice Divisia, que é dado por:

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n \left(\int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} \prod_{j=1}^n x_j \frac{dx_i}{x_i} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\int_{x_{i,0}}^{x_{i,1}} y(\dots, x_i, \dots) \frac{dx_i}{x_i} \right) = \sum_{i=1}^n \bar{y}^\alpha \ln \frac{x_{i,1}}{x_{i,0}}$$

Onde:

$$\bar{y}^\alpha = y_0 + \alpha \Delta y$$

Sobre a fundamentação teórica dos números índices que permeiam os métodos de decomposição estrutural, ANG (2004) ressalta a importância da reversibilidade em relação aos fatores, da reversibilidade em relação ao tempo, da proporcionalidade, e da agregabilidade. Além disto, uma associação simples e direta entre formas aditivas e multiplicativas de decomposição também é uma característica desejável. A partir de uma análise comparativa entre diversos métodos existentes, o autor conclui que o uso do método LMDI é o mais aconselhado.

O método Índice Divisia de Média Logarítmica baseia-se no modelo de Índice Divisia, no qual o componente y é substituído por $\bar{y}^\lambda = \Delta y / \Delta(\ln y)$, de maneira que a nova forma funcional da equação se torna:

$$\Delta y = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta y}{\Delta(\ln y)} \ln \frac{x_{i,1}}{x_{i,0}}$$

A partir desta alteração, é possível criar um método não-paramétrico, exato, e insensível a valores zero. Em contrapartida, a existência da componente logarítmica na forma funcional da equação acaba limitando a entrada de valores negativos, o que não é desejável devido à existência de colunas como a de erros e omissões, variação de estoque, e subsídios. Para que os efeitos possam ser calculados, os dados passam por tratamentos antes de serem utilizados no modelo.

Utilizando o arcabouço teórico acerca de números índice discutido acima como base para explicar os determinantes da evolução da demanda de diesel, optou-se por uma forma adaptada da equação utilizada por WACHSMANN (2005, p.80).

$$E = N \times L \times u \times v \times Y \times P + r \times P$$

Onde:

E representa o consumo de energia total proveniente do diesel;

N representa o vetor de intensidade energética no consumo de diesel;

$$N_{1,n} = \frac{x_n}{E_n}$$

L representa a Matriz Inversa de Leontief;

u é uma matriz que representa a importância relativa das categorias da demanda final em cada indústria.

$$u_{n,d} = \frac{y_{n,d}}{\sum_{i=1}^n y_{n,d}}$$

v é o vetor que relacionada as d categorias de demanda final ao PIB. (vj=yj/Y);

$$v_{d,1} = \frac{\sum_{i=1}^n y_{n,d}}{PIB}$$

Y é um escalar representa o PIB per capita;

P é um escalar representa o número de habitantes;

Diferenciando a equação no tempo, podemos decompor os fatores que causaram a variação entre os dois períodos.

$$\Delta E = \Delta N + \Delta L + \Delta u + \Delta v + \Delta Y + \Delta P_{ind} + \Delta r + \Delta P_{dir}$$

Neste caso, existem oito efeitos analisados, os seis primeiros ligados ao consumo indireto de energia e dois últimos ligados ao consumo direto.

Onde:

ΔN é a intensidade energética do consumo de diesel em cada setor j;

ΔL é a estrutura da economia (efeito Leontief);

Δu representa a participação dos setores nas categorias de demanda final;

Δv representa a participação das categorias de demanda final como razão do PIB;

ΔY é o nível do PIB per capita (efeito atividade); e

ΔP_{ind} é o efeito populacional indireto;

ΔP_{dir} é o efeito populacional direto;

Δr é o consumo de diesel direto per capita

A matriz L pode ainda ser decomposta em outras três matrizes.

$$L = f_{n,n} \times l_{n,n} \times b_{n,n}$$

Onde:

f é uma matriz diagonal que representa os *forward linkages* da indústria, ou seja, as vendas de um produtor para seus consumidores industriais.

$$f = \sum_{i=1}^n L_{i,j}$$

l é uma matriz quadrada que representa a estrutura industrial

$$l = \frac{L}{\sum_{i=1}^n L_{i,j} \times \sum_{j=1}^n L_{i,j}}$$

b é uma matriz diagonal que representa os *backward linkages*, ou seja, as compras de um produtor provenientes de seus fornecedores industriais;

$$b = \sum_{j=1}^n L_{i,j}$$

Após a decomposição da matriz L , a variação temporal do consumo de energia assume a seguinte forma:

$$\Delta E = \Delta N + \Delta f + \Delta l + \Delta b + \Delta u + \Delta v + \Delta Y + \Delta P_{ind} + \Delta r + \Delta P_{dir}$$

Onde:

Δf representa o efeito *forward linkage*;

Δl representa o efeito estrutura industrial;

Δb representa o efeito *backward linkage*;

Seguindo este modelo, o cálculo dos efeitos segue a seguinte configuração²⁸:

$$\begin{aligned} \Delta N_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \frac{N_{1,l} f_{l,J} l_{j,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda}{N_{1,i,t-1}} \times \ln \left(\frac{N_{1,i,t}}{N_{1,i,t-1}} \right) \\ \Delta f_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \frac{N_{1,l} f_{l,J} l_{j,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda}{N_{1,i,t-1}} \times \ln \left(\frac{f_{i,j,t}}{f_{i,j,t-1}} \right) \\ \Delta l_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \frac{N_{1,l} f_{l,J} l_{j,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda}{N_{1,i,t-1}} \times \ln \left(\frac{l_{j,k,t}}{l_{j,k,t-1}} \right) \\ \Delta b_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \frac{N_{1,l} f_{l,J} l_{j,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda}{N_{1,i,t-1}} \times \ln \left(\frac{b_{k,l,t}}{b_{k,l,t-1}} \right) \\ \Delta u_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \frac{N_{1,l} f_{l,J} l_{j,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda}{N_{1,i,t-1}} \times \ln \left(\frac{u_{l,m,t}}{u_{l,m,t-1}} \right) \end{aligned}$$

²⁸ Esta representação do cálculo foi baseada em WACHSMANN *et al.* (2009).

$$\begin{aligned}
\Delta v_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \overline{N_{1,l} f_{l,J} l_{J,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda} \times \ln \left(\frac{v_{l,1,t}}{v_{l,1,t-1}} \right) \\
\Delta Y_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \overline{N_{1,l} f_{l,J} l_{J,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda} \times \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) \\
\Delta Pind_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \overline{N_{1,l} f_{l,J} l_{J,k} b_{k,l} u_{l,m} v_{m,1} Y P^\lambda} \times \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \\
\Delta r_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \overline{r P^\lambda} \times \ln \left(\frac{r_t}{r_{t-1}} \right) \\
\Delta Pdir_{t,t-1} &= \sum_{ijklm} \overline{r P^\lambda} \times \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)
\end{aligned}$$

Onde:

$$\bar{y}^\lambda = \frac{(y_t - y_{t-1})}{\ln(y_t/y_{t-1})}$$

Deve-se ressaltar que para que o cálculo do efeito seja realizado é necessário tratar valores zero, como discutido na seção 2.3, e valores negativos, como será discutido na seção 3.1.4.

3. TRATAMENTO DE DADOS

3.1 - Alinhamento dos Dados Econômicos

No Brasil, a produção de Matrizes Nacionais Insumo-Produto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) data do ano de 1970. Entre os objetivos iniciais do projeto, constava “a criação de um marco estrutural para o Sistema de Contas Nacionais e de um instrumento que orientasse o desenvolvimento das estatísticas econômicas necessárias à construção de quadros macroeconômicos” (IBGE,2008).

Até a década de 1990, foram publicadas cinco matrizes, com periodicidade quinquenal. A partir de então, o IBGE passou a apresentar dados anuais, com uma defasagem de, no mínimo, três anos. Em GUILHOTO *et al.* (2008) é explicado que as Contas Nacionais referentes a um determinado ano de referência são apresentadas no ano seguinte como uma versão preliminar. A revisão é feita com defasagem de dois anos, com a divulgação da primeira revisão das Contas Nacionais. No ano posterior à primeira revisão das Contas Nacionais, divulga-se sua versão definitiva que serve como base para a criação de dados da Matriz Insumo-Produto do ano de referência.

Após a década de 2000, apenas duas MIPs nacionais foram publicadas, referentes aos anos de 2000 e 2005. Para utilizar matrizes mais recentes e com uma maior periodicidade, é necessário elaborá-las com dados provenientes das Contas Nacionais em suas versões preliminares. GUILHOTO & SESSO FILHO (2005) apresentam uma metodologia de elaboração das Matrizes Insumo-Produto partindo dos dados preliminares das Contas Nacionais. Utilizando esta metodologia, é possível acessar matrizes até o ano de 2009 – último ano da publicação das Contas Nacionais Brasileiras. Seguindo a opção de WEISS (2015, p.44), utilizou-se neste trabalho as matrizes insumo-produto divulgadas por GUILHOTO (2014) dada a sua compatibilidade com a metodologia de apresentação dos dados do IBGE no período analisado, como consta nas publicações de GUILHOTO & SESSO FILHO (2005, 2010). Estas matrizes insumo-produto advêm de valores adaptados das Tabelas de Recurso e Usos (TRU) das Contas Nacionais.

3.1.1 - Alocação de Margens, Impostos e Subsídios

O cálculo da matriz de coeficientes técnicos diretos se baseia nas tabelas de produção e consumo intermediário, encontradas nas TRU. As TRU consideram no consumo intermediário e na demanda final o valor total dos bens e serviços sem a

distinção entre nacional e importado. Em IBGE (2008), é aconselhado que, para uma melhor aproximação para as relações em quantidades consumidas e produzidas, seja utilizado o preço básico, que não inclui margens de comércio e transporte e impostos e subsídios sobre produtos. A escolha do preço básico como referência exige que das tabelas do consumo intermediário e da demanda final, valoradas a preço do consumidor no Sistema de Contas Nacionais, sejam retiradas as margens de comércio e de transporte, além dos subsídios e impostos sobre produtos. Estas parcelas são adicionadas ao consumo dos produtos, comércio e transportes e criam-se linhas de impostos.

$$PP = PC - MCT$$

Onde:

PP – Preço de Produtor;

PC – Preço de Consumidor;

MCT – Margem de Comércio e Transporte;

$$PB = PP - II + S$$

Onde:

PB – Preço Básico;

II – Impostos Indiretos;

S – Subsídios sobre produtos

3.1.2 - Elaboração da Matriz Insumo-Produto

Os setores podem produzir mais do que um produto, o que leva a problemas para realização de cálculos que envolvem o cálculo da inversa de matrizes, como os dos requerimentos indiretos de energia. Para solucionar esta questão, utiliza-se um aparato metodológico que permite desenvolver análises de interações produto por produto e setor por setor. A construção das MIPs seguiu as etapas propostas por MILLER & BLAIR (1985, p.184):

- A partir da matriz de produção, é possível chegar a uma matriz V agregada que representa a contribuição de 56 diferentes setores para a produção de 110 diferentes produtos.
- A partir da matriz de usos e recursos, é possível elaborar uma matriz U que representa o valor dos produtos utilizados no processo produtivo dos diferentes setores. A matriz U representa os mesmos 56 produtos e 110 setores da matriz V.

- A partir da matriz V, é possível desenvolver uma matriz de *market share*, D, que representa a participação dos 56 setores na produção total dos 110 produtos estabelecidos no estudo, tal que $D = V\hat{q}^{-1}$, onde \hat{q} é o vetor de demanda final vezes a matriz identidade.
- A partir da matriz U, é elaborada a matriz B, que é dada por $B = U\hat{x}^{-1}$ e representa a participação dos produtos no valor total de produção dos setores, onde \hat{x} é a produção total dos setores vezes a matriz identidade
- Dada a relação contábil entre as matrizes B e D, é possível criar uma matriz de produtos por produtos ou uma de atividade por atividade. Como B é uma matriz *produto x setor* e D é uma matriz *setor x produto*, é a ordem da multiplicação é que irá determinar o resultado desejado.
- Como o estudo busca identificar a evolução nos setores, optou-se por pré-multiplicar D por B, obtendo assim uma nova matriz A *setor x setor*, que representa os coeficientes técnicos do setor industrial.
- A partir da matriz A, pode-se obter a matriz de Leontief que representa a interdependência industrial no processo econômico, que é exatamente o fator que faz com que a demanda de um bem na economia repercuta em outros setores levando a um aumento mais do que proporcional na oferta e, também, no consumo de energia, justificando uma análise energética setorial com base em matrizes insumo-produto.

3.1.3 - Compatibilização de Preços

O cálculo da decomposição estrutural requer que todas as unidades consideradas entre os anos sejam compatíveis. As informações contidas nas matrizes insumo-produto constam em valores correntes. Caso os valores não sejam deflacionados, a análise é contaminada pela influência da variação de preços, que gera distorções no resultado do cálculo dos efeitos.

Para mitigar o efeito da variação de preços entre os anos, utilizou-se o deflator implícito setorial dos 56 setores, contido nas tabelas sinóticas para o período de 2000 a 2008 em IBGE (2011). Neste estudo, os dados monetários anuais foram deflacionados para valores do ano 2000.

3.1.4 - Tratamento de Valores Negativos

Para lidar com os valores negativos que existem nas colunas de variações de estoque, De BOER (2006) sugere dividir o valor entre os itens da linha de acordo com as respectivas contribuições para o produto total. Como as colunas passam a não ser mais iguais à produção total, adiciona-se uma coluna na qual grava-se os ajustes para estoques, linha esta que não é inserida no cálculo da decomposição estrutural. Optou-se também por somar os subsídios ao consumo do governo, de forma a incluir o impacto dos subsídios sobre o consumo de óleo diesel da economia.

3.1.5- Importações

Para adereçar corretamente a energia requerida para a produção, seria ideal considerar a energia gasta para a produção de bens importados. Entretanto, esta informação não está disponível. Para realizar o melhor tratamento possível das importações, estas foram excluídas das matrizes das Tabelas de Produção e de Usos e Recursos, de forma a considerar apenas as dependências intersetoriais domésticas. Os produtos importados entram no cálculo dos insumos totais dos setores junto com os impostos de importação, conforme WACHSMANN (2005, p.116).

3.3 - Alinhamento de Dados Energéticos

Para fornecer as estimativas energéticas utilizadas neste trabalho, utilizou-se o Balanço Energético Nacional (BEN), que é publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). O BEN é publicado regularmente pelo MME desde a década de 1970 e representa os fluxos físicos de energia do setor energético nacional. O balanço é composto por um conjunto de 47 atividades, de 24 fontes de energia e 22 setores econômicos e, assim como a Matriz Nacional Insumo-Produto, possui setores consumidores compatíveis com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE (MONTOYA *et al.* 2013).

Os fluxos de energia do BEN são contabilizados de forma a não existir dupla contagem. Para isto, utiliza-se a oferta total de energia

$$OTE = PIBE + ME + VEE$$

$$OIBE = OTE - XE - ENA - ERIJ$$

$$OIBE = TET + PEDA + CFE + AE$$

Onde:

OTE é a oferta total de energia²⁹;

PIBE é a produção interna bruta de energia;

ME é a importação de energia;

VEE é a variação de estoque de energia;

OIBE é a oferta interna bruta de energia;

XE é a exportação de energia;

ENA é a energia não aproveitada;

ERIJ é a energia reinjetada;

TET é o total de energia que passou pela transformação;

PEDA são as perdas na distribuição e na armazenagem³⁰;

CFE é o consumo final de energia pelos setores econômicos;

AE são os ajustes estatísticos;

WEISS (2015) destaca que, embora a produção interna de energia seja contabilizada apenas em termos de energia primária para evitar dupla contagem, as importações, variações de estoque e exportações são apresentadas tanto para fontes primárias quanto para fontes secundárias³¹, considerando que estes fluxos ocorrem na economia no formato de ambas.

²⁹ Energia disponível para ser transformada ou consumida.

³⁰ As perdas energéticas advêm do processo de transformação das fontes energéticas. Todo insumo energético de um centro de transformação aparece com um sinal negativo e toda energia produzida com um sinal positivo, evitando a dupla contagem. O insumo energético dos centros de transformação é sempre menor que o seu produto, de forma que a segunda lei da termodinâmica seja preservada.

³¹ Fonte proveniente da transformação de outra fonte (primária ou secundária) em um centro de transformação.

Fig. 3.3.1 - Divisão das Fontes Energéticas do BEN

Fontes de Energia Primárias	Fontes de Energia Secundárias
Petróleo	Óleo Diesel
Gás Natural	Óleo Combustível
Carvão Vapor	Gasolina
Carvão Metalúrgico	GLP
Urânio (U_3O_8)	Nafta
Energia Hidráulica	Querosene
Lenha	Gás de Coqueria
Produtos da Cana	Coque de Carvão Mineral
Outras Fontes Primárias	Urânio Contido no UO_2
	Eletricidade
	Carvão Vegetal
	Álcool Etílico Anidro e Hidratado
	Alcatrão
	Outras Fontes Secundárias de Petróleo

Fonte: Elaboração Própria com base em EPE (BEN,2014)

O consumo final de energia (CFE) é dado pela soma do consumo final de energia primária e secundária e também pelo somatório do consumo final de energético, do consumo final não-energético e do consumo final de energia para fins não identificados.

Fig. 3.3.2 - Categorização dos Consumos Finais de Energia do BEN

CONSUMO FINAL NÃO-ENERGÉTICO	
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	
SETOR ENERGÉTICO	
RESIDENCIAL	
COMERCIAL	
PÚBLICO	
AGROPECUÁRIO	
TRANSPORTES - TOTAL	
<i>RODOVIÁRIO</i>	
<i>FERROVIÁRIO</i>	
<i>AÉREO</i>	
<i>HIDROVIÁRIO</i>	
INDUSTRIAL - TOTAL	
<i>CIMENTO</i>	
<i>FERRO-GUSA E AÇO</i>	
<i>FERRO-LIGAS</i>	
<i>MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO</i>	
<i>NÃO-FERROSOS E OUTROS DA METALURGIA</i>	
<i>QUÍMICA</i>	
<i>ALIMENTOS E BEBIDAS</i>	
<i>TÊXTIL</i>	
<i>PAPEL E CELULOSE</i>	
<i>CERÂMICA</i>	
<i>OUTROS</i>	
CONSUMO NÃO-IDENTIFICADO	

Fonte: BEN (EPE,2014)

Neste estudo, analisou-se apenas com o consumo, em toneladas equivalentes de petróleo (tep³²), de diesel³³, que é uma fonte secundária de energia, advinda do processo de transformação do petróleo.

3.4 - Compatibilização entre MIP e BEN

A Matriz Nacional Insumo-produto (MIP) e o Balanço Energético Nacional (BEN), embora compatíveis³⁴ com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE, possuem graus diferentes de agregação. A compatibilização, portanto, pode se dar a partir da desagregação do BEN ao nível da MIP, como proposto em MONTOYA *et al.* (2013), ou da agregação da MIP ao nível do BEN, como proposto em FIRME & PEROBELL (2012). Este trabalho utiliza a metodologia proposta por MONTOYA *et al.* (2013).

Enquanto o BEN possui 21 setores consumidores, a matriz insumo-produto estimada por GUILHOTO e SESSO FILHO (2005) para o período de 2000 a 2009 possui 56 setores. Para compatibilizar os dados, em MONTOYA *et al.* (2013) são propostos três critérios metodológicos para desagregar os setores consumidores de energia. O presente estudo utilizou a terceira metodologia, que se baseia na adequação do consumo de algumas fontes energéticas para compatibilizar fluxos monetários que não se refletem em fluxos energéticos.

Como fator de expansão, o consumo de energia de cada setor, em tep, foi multiplicado pelo coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total do setor. Para setores que apresentam consumo de energia, mas não apresentam coeficiente de expansão, utiliza-se o coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total da economia, em R\$.

A estimativa dos coeficientes que representam a participação do consumo da fonte energética proposta por MONTOYA *et al.* (2013, p.6), é dada por:

$$\alpha_{ik} = \frac{Z_{i,k}}{\sum_{k=1}^n Z_{i,k}}$$

³² 1 tep ≈ 41,87 x 10⁹ J

³³ Como esta análise concentra-se apenas a evolução do consumo de diesel, não é relevante uma análise profunda acerca de como são contabilizados os fluxos de energia na economia de forma que se preservem as leis da termodinâmica no BEN. Uma análise mais profunda sobre este tema pode ser encontrada em WEISS (2015).

Em que:

α_{ik} é o coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total da economia, em R\$.

$Z_{i,k}$ é o valor do produto i vendido para o subsetor k ;

A matriz do consumo setorial em energia é dada por:

$$E_i = CS * \alpha_{i,k}$$

Onde:

E_i é o vetor do consumo setorial de energia

CS é o consumo de energia de cada setor

No caso específico do óleo diesel, não é apresentado consumo de óleo diesel pelas famílias no BEN, enquanto na MIP o fluxo monetário entre esta categoria de demanda final se verifica. O autor sugere, então, alocar o consumo energético do setor de transporte entre as porções observadas nos setores Transporte e Consumo das Famílias.

Após a compatibilização, o BEN passa a representar os mesmos 56 setores da MIP, conforme mostrado na Figura 4.1.1, no próximo capítulo.

4. RESULTADOS DA ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NO BRASIL ENTRE 2000 E 2008.

Neste capítulo, serão apresentados os resultados da decomposição estrutural realizada neste estudo. Na primeira seção, serão discutidos a evolução dos requerimentos totais de óleo diesel dos setores no período. Na seção seguinte, são apresentados os resultados gerais da decomposição destes requerimentos e as principais mudanças setoriais que regularam a evolução dos determinantes analisados. Na segunda seção, é apresentada uma análise detalhada de cada setor, de forma a identificar como se deu a evolução dos efeitos em cada um deles. Na última seção do capítulo é realizado um esforço de síntese dos principais resultados obtidos da análise.

4.1 - Evolução dos Requerimentos de Óleo Diesel da Demanda Final da Economia Brasileira

O consumo de óleo diesel se dá basicamente sobre a forma de consumo indireto, dentro do processo produtivo. O consumo direto de óleo diesel pelas famílias, embora não considerado no BEN, consta nas contas nacionais através de fluxos monetários entre as famílias e os produtores de óleo diesel. No Anexo 1 encontra-se o consumo total de energia calculado por meio da metodologia de MONTOYA *et al.* (2013)³⁵. Para facilitar a exposição dos resultados neste capítulo optou-se por agrupa-los em 15 setores³⁶. A Tabela 4.1.1, abaixo, apresenta a relação entre estes setores.

³⁵ Maiores informações sobre este cálculo podem ser encontradas no Capítulo 3.

³⁶ Vale lembrar que, conforme explicado no Capítulo 2, o método LMDI-I em sua forma aditiva, utilizado neste trabalho, não passa pelo teste da agregação e, portanto, os resultados obtidos na agregação de 56 setores podem divergir daqueles obtidos na decomposição direta de 15 setores.

Tab. 4.1.1 – Agregação dos setores da CNAE

Setor Agregado	Código do Setor	Setor
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal
	0102	Pecuária e pesca
Energético	0201	Petróleo e gás natural
	0309	Refino de petróleo e coque
	0310	Álcool
Mineração e Pelotização	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
	0202	Minério de ferro
	0203	Outros da indústria extrativa
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas
	0302	Produtos do fumo
	0303	Têxteis
Têxtil	0304	Artigos do vestuário e acessórios
	0305	Artefatos de couro e calçados
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis
	0307	Celulose e produtos de papel
	0308	Jornais, revistas, discos
Química	0311	Produtos químicos
	0312	Fabricação de resina e elastômeros
	0313	Produtos farmacêuticos
	0314	Defensivos agrícolas
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
	0317	Produtos e preparados químicos diversos
	0318	Artigos de borracha e plástico
	0319	Cimento
	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0321	Fabricação de aço e derivados
	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos
	0325	Eletrodomésticos
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários
	0331	Caminhões e ônibus
	0332	Peças e acessórios para veículos automotores
Outras Indústrias	0333	Outros equipamentos de transporte
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas
	0501	Construção
	0601	Comércio
	0801	Serviços de informação
	0901	Intermediação financeira e seguros
	1001	Serviços imobiliários e aluguel
	1101	Serviços de manutenção e reparação
	1102	Serviços de alojamento e alimentação
	1103	Serviços prestados às empresas
Comercial	1104	Educação mercantil
	1105	Saúde mercantil
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas
	1107	Serviços domésticos
	0701	Transporte, armazenagem e correio
	1201	Educação pública
	1202	Saúde pública
Público	1203	Administração pública e segurança social

Fonte: Elaboração própria³⁷

³⁷ Os códigos se referem a classificação CNAE 1.0.

A análise do Capítulo 1, permitiu aderir apenas mudanças no consumo total de energia. Quando toda a cadeia produtiva é considerada, podemos identificar o requerimento total de energia da produção de cada um dos setores. O requerimento total de energia pode ser dividido em uma parcela direta, onde o óleo diesel é utilizado no processo de produção do setor, e outra indireta, derivado das interligações intersetoriais. Na Tabela 4.1.2, é apresentada a evolução do requerimento total de óleo diesel nas indústrias para os anos de 2000, 2004 e 2008.

Tab. 4.1.2 - Requerimentos totais, diretos e indiretos de óleo diesel e participação dos setores no requerimento total de óleo diesel – 2000-2008

	2000			2004			2008					
	Direto	Indireto	Total	%	Direto	Indireto	Total	%	Direto	Indireto	Total	%
Setor Produtivo												
Agropecuária	1643,08	575,87	2218,95	7,52	1738,98	669,39	2408,37	7,33	2135,66	787,25	2922,91	7,73
Energético	75,25	630,61	705,86	2,39	40,98	876,48	917,46	2,79	44,61	1143,61	1188,22	3,14
Mineração e Pelotização	62,81	164,29	227,11	0,77	99,37	244,18	343,55	1,05	132,16	364,25	496,41	1,31
Alimentos e Bebidas	25,15	3268,46	3293,61	11,16	50,14	3771,69	3821,83	11,63	53,66	4654,91	4708,56	12,45
Têxtil	3,17	511,99	515,16	1,75	1,06	502,45	503,52	1,53	1,80	504,85	506,65	1,34
Papel e Celulose	8,87	243,25	252,12	0,85	19,42	322,29	341,72	1,04	21,67	319,89	341,56	0,90
Química	23,69	534,55	558,24	1,89	36,72	567,11	603,84	1,84	41,44	637,56	678,99	1,80
Cimento	1,80	10,42	12,22	0,04	1,39	6,84	8,23	0,03	1,79	12,65	14,43	0,04
Cerâmica	0,63	35,48	36,11	0,12	0,79	42,21	43,00	0,13	0,65	43,55	44,20	0,12
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	8,23	162,13	170,36	0,58	6,38	287,65	294,03	0,90	6,04	345,43	351,46	0,93
Não-Ferrolosos e Outros Metálicos	0,00	201,58	201,58	0,68	0,00	241,70	241,70	0,74	0,00	332,11	332,11	0,88
Outras Indústrias	112,57	2897,06	3009,62	10,20	94,59	3212,75	3307,33	10,07	95,58	3957,08	4052,66	10,72
Comercial	40,28	3715,17	3755,45	12,73	61,26	3994,50	4055,76	12,35	33,94	4508,22	4542,15	12,01
Transporte	10150,23	947,38	11097,60	37,61	10373,04	1160,54	11533,58	35,11	11695,15	1327,49	13022,64	34,44
Público	115,05	1208,85	1323,90	4,49	122,12	1216,48	1338,60	4,07	93,89	1393,64	1487,53	3,93
Consumo das Famílias			2126,11	7,21			3088,21	9,40			3121,84	8,26

Fonte: Elaboração própria

É interessante observar o aumento da participação dos setores Mineração e Pelotização, Alimentos e Bebidas, Energético, Agropecuário, e Outras Industrias e a queda na participação do setor de Transporte no requerimento total de diesel da economia. A análise de decomposição estrutural na próxima seção explicará quais foram os principais efeitos que determinaram esta evolução.

4..2 - Determinantes da Variação do Consumo de Óleo Diesel

4.2.1 - Resultado Geral

Entre 2000-2008, verificou-se no país um efeito de queda na intensidade energética do óleo diesel, conforme pode ser observado na Figura 4.2.1. Como os valores monetários foram convertidos para um mesmo ano-base, 2000, esta variação pode ser atribuída principalmente a uma queda na necessidade de óleo diesel para geração de uma unidade adicional de produto. Esta queda pode ser explicada pela eficiência energética e

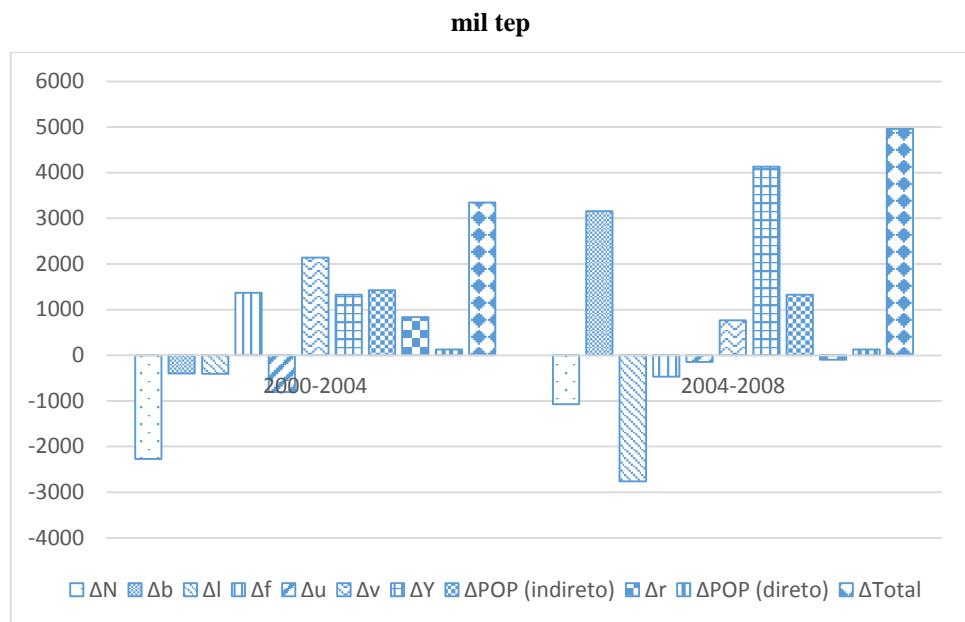
também pela substituição do óleo diesel por outras fontes energéticas no processo produtivo³⁸. O efeito intensidade apresentou-se positivo entre os anos 2003-2004 e 2006-2007³⁹, porém não foi o suficiente para compensar a tendência à queda neste indicador.

Esta tendência já era esperada, como argumentado no Capítulo 1, assim como a tendência à diminuição no consumo específico de diesel no setor de transporte de carga, devido à mudança de modais de transporte e à maior participação de caminhões pesados. Entretanto, no caso do setor agropecuário, devido à mecanização da produção e, em consequência, ao aumento da participação do óleo diesel da produção, esperava-se um efeito intensidade energética do consumo de diesel crescente, que não se verificou. Isto pode ser explicado pelos ganhos de eficiência energética no setor de transporte, que por meio dos encadeamentos da cadeia produtiva foram repassados ao setor por meio da queda dos requerimentos indiretos de óleo diesel. Como pode ser observado na Figura 4.2.1, os setores que mais contribuíram para a variação, entre 2000-2004 foram, respectivamente, Transporte, Alimentos e Bebidas, Agropecuária, Comercial e Outras Indústrias, todos negativos. Já entre 2004-2008, os setores que mais contribuíram para variação deste efeito foram, respectivamente, Transporte, Comercial, e Outras Indústrias.

³⁸ Conforme visto no capítulo 1, o efeito de eficiência energética pode ser considerado o principal, dado que no setor de transporte de cargas existe pouca substituição entre fontes, pois mesmo o transporte ferroviário de cargas é predominantemente movido à óleo diesel. Outra possibilidade seria um forte aumento do transporte de passageiros via outros modais que utilizem outras fontes, como o metrô e o transporte hidroviário. Entretanto, não existe nenhum indício de que este efeito possa ser determinante.

³⁹ Os efeitos ano a ano foram utilizados neste trabalho com o intuito de esclarecer algumas mudanças, porém, como sugerem LENZEN *et. al.* (2013), este tipo de análise seria a menos adequada para representar os efeitos estruturais devido à contaminação por flutuações de curto prazo e descontinuidades. Apesar dos dados anuais constarem no Anexo 2, ao final da dissertação, deve se ter em mente que estes dados não refletem perfeitamente a tendência de longo prazo dos efeitos.

Fig. 4.2.1 - Participação dos Efeitos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - 2000-2008

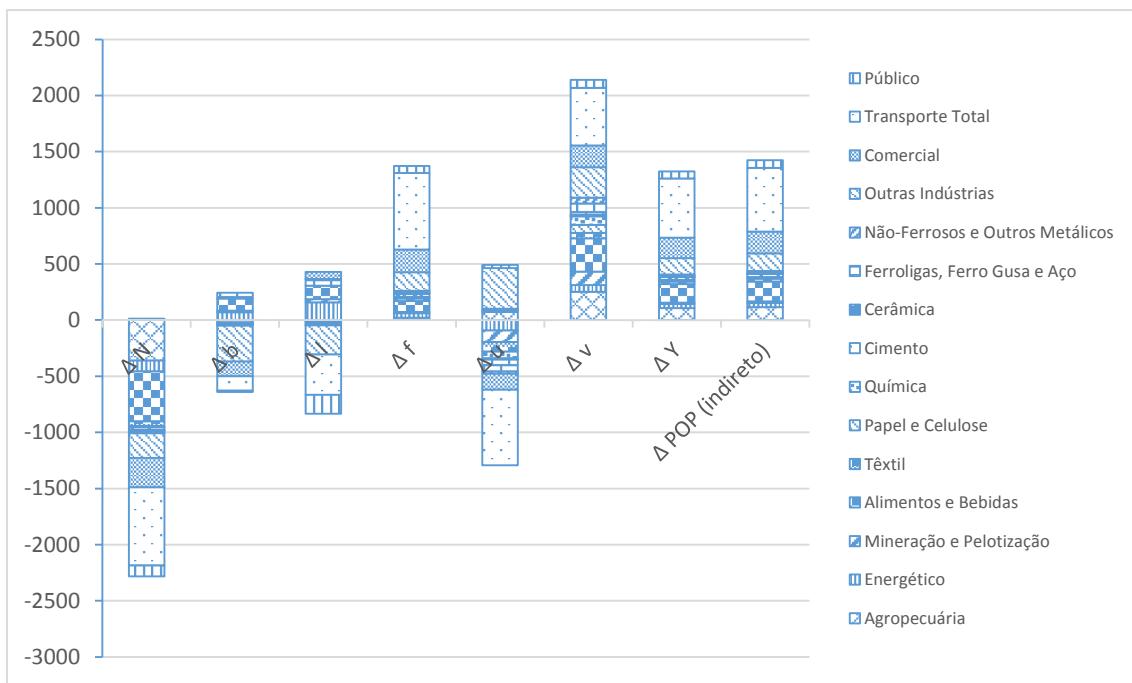


Fonte: Elaboração própria

O efeito estrutura (ΔL), que é composto dos efeitos *backward linkage* (Δb), composição industrial (Δl), e *forward linkage* (Δf), apresentou-se positivo entre 2000-2004 e negativo entre 2004-2008. O resultado positivo do primeiro período pode ser atribuído ao subefeto Δf , ligado aos encadeamentos para frente na indústria, que contrabalanceou os efeitos de composição da indústria e Δb , ligado a encadeamentos para trás. Já no segundo período, o resultado negativo pode ser atribuído as variações conjuntas dos efeitos Δf e Δl que compensaram o efeito Δb positivo. Isto significa que, entre 2000 e 2004, destacou-se o efeito gerado por mudanças gerais na composição dos setores compradores, que geraram um maior requerimento energético de óleo diesel na produção, já no segundo período, destacaram-se mudanças na composição estrutural e nos setores vendedores que, respectivamente, contribuíram para uma redução e um aumento nos requerimentos totais de diesel da economia⁴⁰.

⁴⁰ A análises relativa aos encadeamentos produtivos podem ser ainda mais detalhadas com o uso da metodologia de análise de decomposição de caminho proposta por WOOD & LENZEN (2009). Nela, os encadeamentos produtivos podem ser listados em ordem de maior requerimento de energia, agregando ainda mais utilidade para o uso da metodologia em análises de políticas públicas energéticas e ambientais.

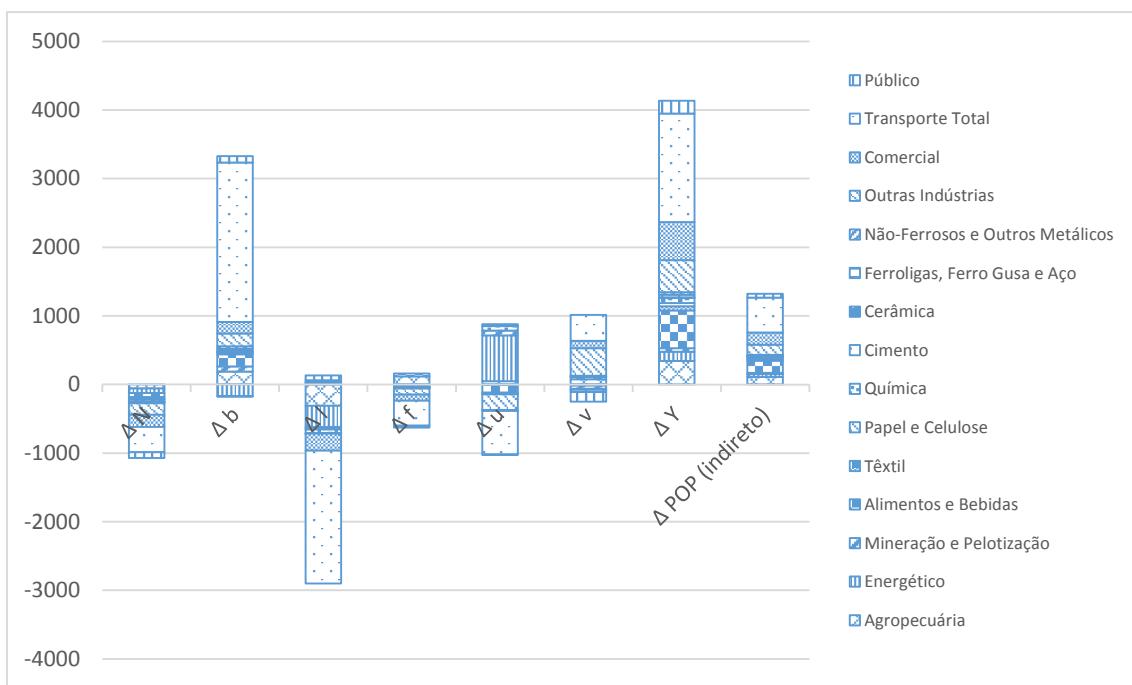
Fig. 4.2.2 -Participação dos Efeitos Indiretos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep -
2000-2004



Fonte: Elaboração própria

Com relação à composição da demanda final, Δu , houve uma participação negativa em ambos os períodos, em especial do primeiro. Entre 2000 e 2004, isto pode ser explicado principalmente pela queda na participação do setor de transportes no consumo final das famílias, que foi parcialmente amortecido pelo aumento da participação de Outras Indústrias no consumo das famílias e nas exportações, principalmente o de Automóveis, Camionetas e Utilitários. Outros setores também tenderam a apresentar Δu negativo neste período, o que contribuiu para um resultado ainda mais negativo do efeito. No período que vai de 2004 a 2008, variação no efeito foi dada principalmente pelo forte aumento da participação do setor energético nas exportações e no consumo final das famílias, liderado pelo refino de petróleo e coque, entretanto, este efeito foi compensado pela queda da participação do setor de transportes no consumo das famílias e pela redução da participação de Outras Indústrias, principalmente via Automóveis, Camionetas e Utilitários, nas exportações.

**Fig. 4.2.3 -Participação dos Efeitos Indiretos na Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep -
2004-2008**



Fonte: Elaboração própria

A variação na destinação da demanda final, resultou num efeito positivo de aumento do consumo de diesel entre 2000-2004 e num efeito menor, com mesmo sinal, entre 2004-2008. Entre 2000-2004, este efeito se deu principalmente pelo aumento da razão exportações sobre o PIB, puxado principalmente pelo aumento das exportações e do consumo das famílias como razão do PIB. Neste período, os setores que mais contribuíram para o crescimento do efeito foram, respectivamente, Transportes, Alimentos e Bebidas, Não-Ferrosos e Outros Metálicos e Comercial. No segundo período, os setores que mais contribuíram foram, respectivamente, Outras Indústrias e Transportes puxados pelo aumento da razão do consumo das famílias. Neste período o setor público contribuiu negativamente para variação dos requerimentos totais de energia, via queda da razão consumo da administração pública em relação ao PIB.

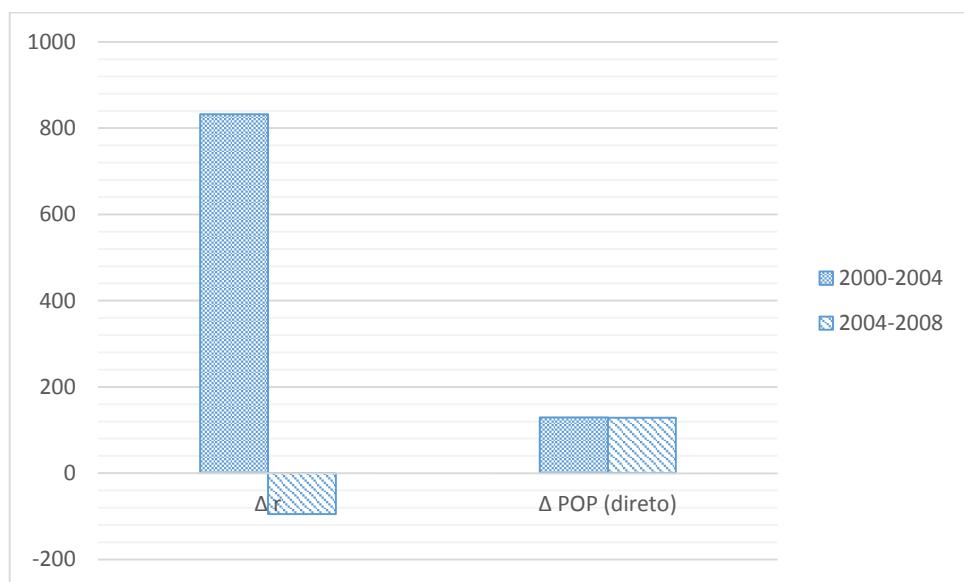
Os efeitos renda per capita e de crescimento populacional contribuíram fortemente para o aumento do consumo de óleo diesel no período. Neste contexto, o forte aumento da renda per capita no período 2004-2008 merece destaque. Cabe ressaltar que o efeito de crescimento populacional é positivo, independente da indústria em todos os anos. Já o

efeito renda per capita foi negativo apenas entre 2000-2001, também para todas as indústrias⁴¹.

Como pode ser observado na Figura 4.2.4, o uso direto de diesel cresceu principalmente em função do aumento do consumo residencial per capita entre 2000-2004, contribuição esta revertida no período posterior, onde se verifica um impacto negativo deste efeito, embora menor em valores absolutos.

Fig. 4.2.4 -Participação dos Efeitos Diretos da Variação do Consumo de Óleo Diesel – mil tep -

2000-2008



Fonte: Elaboração própria

O efeito positivo do crescimento populacional sobre o consumo direto permaneceu praticamente o mesmo em ambos os períodos.

4.2.2 - Resultados Setoriais

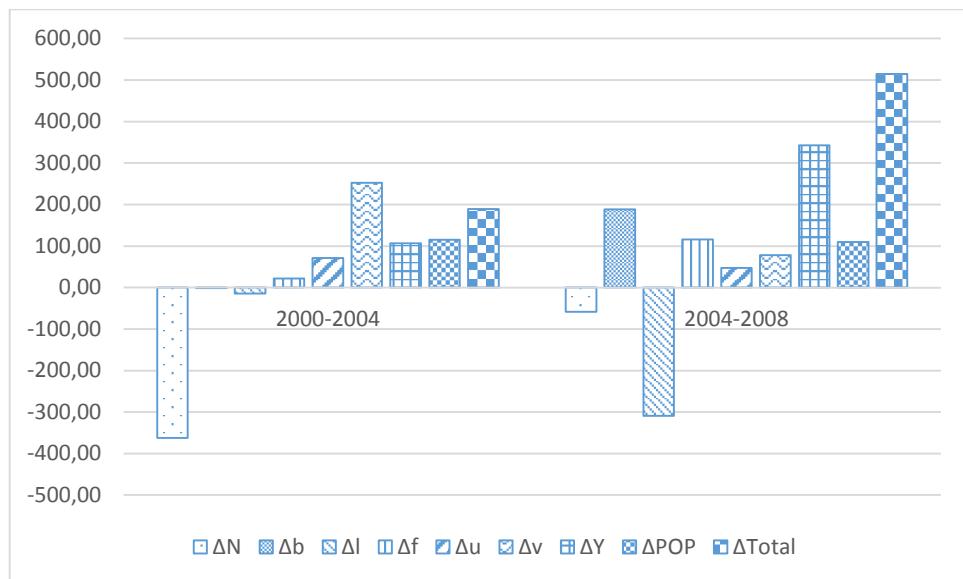
Nesta seção será apresentada uma análise setorial⁴² da participação dos efeitos na variação dos requerimentos totais de óleo diesel em cada um dos setores com o objetivo de esclarecer como as mudanças econômicas setoriais afetaram a evolução do consumo de óleo diesel.

⁴¹ É importante atentar a isto, pois estes são efeitos cujos sentidos independem da indústria e, portanto, não serão discutidos na análise da variação setorial dos efeitos entre os períodos.

⁴² Nesta seção não consta a análise da evolução dos setores de Cimento e de Cerâmica, por se considerar que as variações nos mesmos foram pouco significativas, dado o baixo requerimento de diesel da produção destes bens. As informações referentes a variação do consumo nestes setores podem ser encontradas no Anexo 1.

Na seção 4.1, observou-se que a Agropecuária apresentou aumento dos requerimentos totais de energia principalmente através de sua forma direta, evidenciando um processo de expansão associado à mecanização da produção agropecuária. Como mostra a Figura 4.2.2.1, entre 2000 e 2004, o crescimento nos requerimentos de diesel da Agropecuária foi determinado principalmente pelo efeito ΔN , fortemente negativo, que foi mais do que compensado pelos efeitos Δv , ΔP , Δr e Δu . Se destacou também o efeito Δv positivo, que está associado a um expressivo aumento na razão das exportações sobre o PIB. O efeito Δu positivo pode ser atribuído principalmente ao aumento da participação do setor nas exportações.

Fig. 4.2.2.1 -Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Agropecuário – mil tep – 2000-2008

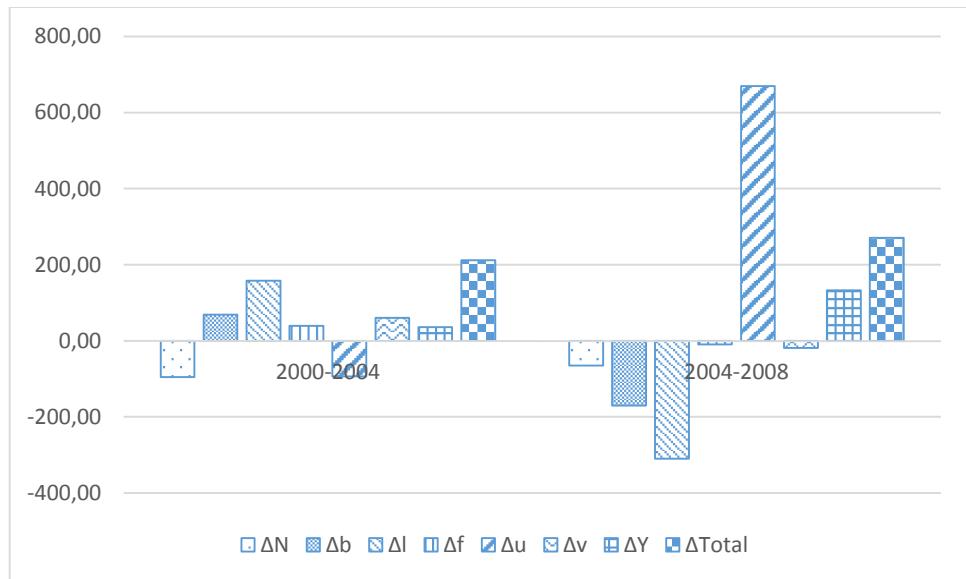


Fonte: Elaboração própria

Já no período que vai de 2004 a 2008, o efeito ΔN , embora reduzido, teve uma menor magnitude. O efeito Δv também diminuiu em importância, guiado pela queda na razão exportações sobre o PIB, embora tenha mantido seu sentido. O efeito determinante para o expressivo aumento nos requerimentos totais de energia do setor foi o crescimento do efeito ΔY dado pelo crescimento da renda per capita do país no período. O efeito estrutura (ΔL), dado pelo somatório de Δb , Δl e Δf , apresentou-se negativo devido à variação na composição industrial, Δl , que foi compensada em parte por Δb e Δf . O efeito Δu positivo de Agricultura, Silvicultura, Exploração Florestal dado principalmente pelo aumento de sua participação no consumo final das famílias, foi amortecido pela queda de Pecuária e Pesca na mesma categoria de demanda final.

O setor Energético apresentou efeito ΔN negativo em ambos os períodos. Na Figura 4.2.2.2, pode-se observar que, entre 2000-2004, o aumento dos requerimentos totais de óleo diesel no setor foi dado principalmente por um efeito estrutural, ΔL , positivo, como pode ser observado na Figura 4.2.2.2.

Fig. 4.2.2.2 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Energético - mil tep – 2000-2008

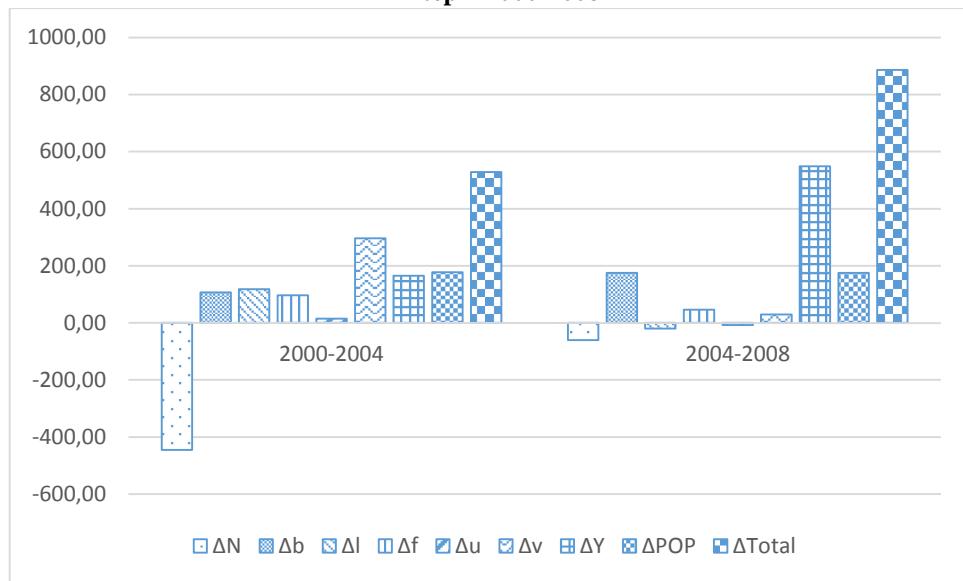


Fonte: Elaboração própria

Já no segundo período estes efeitos se revertem, favorecendo a queda no consumo de diesel do setor. Entretanto, esta queda foi mais do que compensada por um forte aumento na participação do setor energético nas categorias de demanda final, via efeito Δu , associado a um impacto positivo do aumento da renda per capita, ΔY , e da população, ΔP . O significativo crescimento do efeito Δu no segundo período pode ser atribuído principalmente ao aumento da participação do setor de Refino de Petróleo e Coque nas exportações e no consumo das famílias.

No setor de Alimentos e Bebidas, entre 2000-2004 o impacto positivo de todos os efeitos foi amortecido pelo efeito negativo de ΔN , que pode ser atribuído a eficiências no setor Transporte. Dentre os efeitos positivos, destacou-se Δv , puxado pelo aumento da participação do setor nas exportações totais. Isto é apresentado na Figura 4.2.2.3.

Fig. 4.2.2.3 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Alimentos e Bebidas – mil tep – 2000-2008

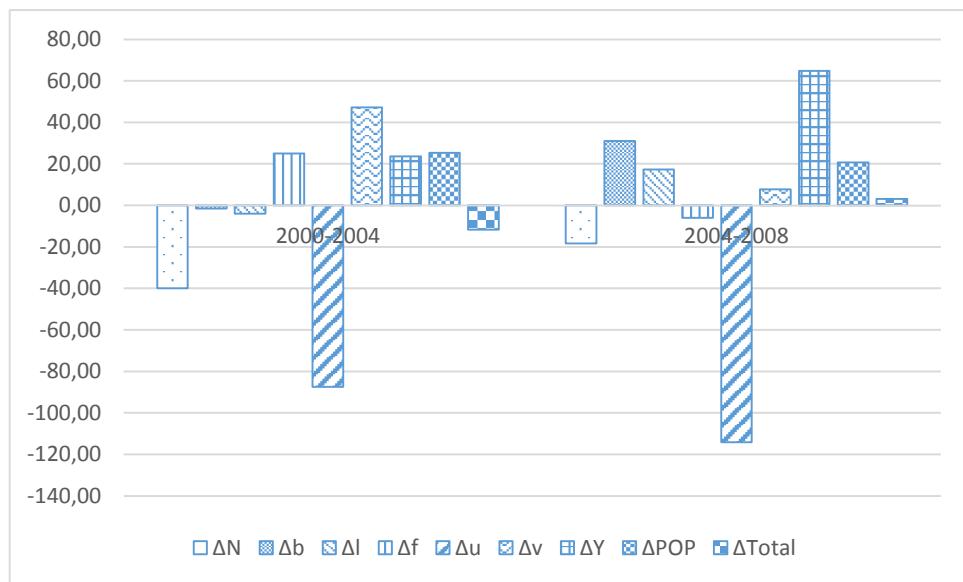


Fonte: Elaboração própria

No segundo período, os efeitos que mais se destacaram foram ΔY , Δf , e ΔP , todos positivos. O efeito ΔN apresentou queda em sua importância, embora tenha mantido seu sentido. Como não houve efeitos negativos que compensassem o crescimento de ΔY , Δf , e ΔP , os requerimentos totais de diesel neste período cresceu relativamente mais que no anterior.

No caso do setor têxtil, nos dois períodos, o efeito que mais se destacou foi o de queda na composição da demanda final do setor, Δu , como observa-se na Figura 4.2.2.4. puxado principalmente por pelos subsetores Artigos do Vestuário e Acessórios e Artefatos de Couro e Calçados, que apresentaram queda em sua participação relativa nas categorias de demanda final.

Fig. 4.2.2.4 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Têxtil – mil tep – 2000-2008

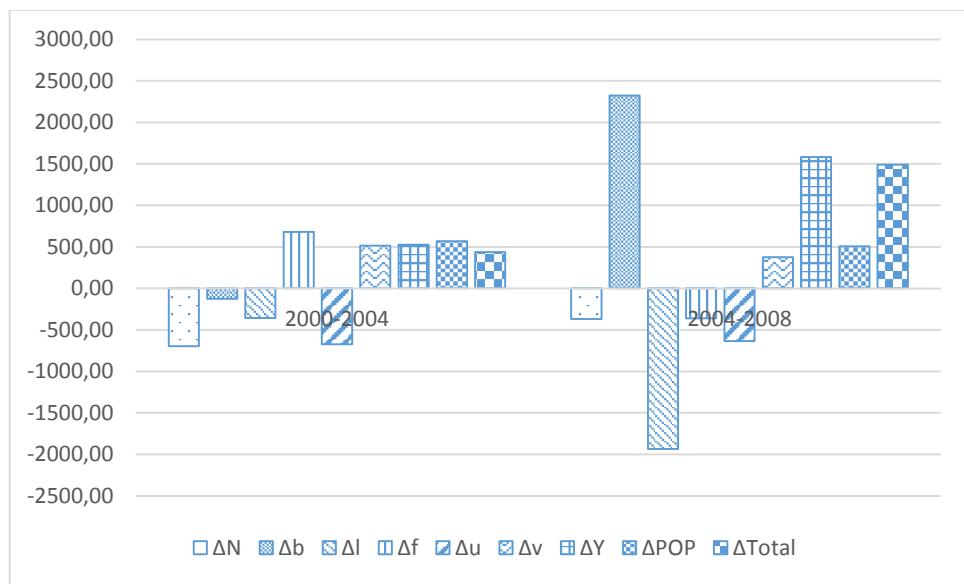


Fonte: Elaboração própria

Destacam-se também o efeito Δv e Δl , positivos, e ΔN negativo no primeiro período. O efeito Δv explica-se pelo aumento da participação das exportações no PIB, enquanto Δl se deu por mudanças na cadeia produtiva em etapas posteriores da produção dos subsetores têxteis, ou seja, via Δf . Os efeitos ΔY e ΔP também se mostraram significativos em ambos os períodos, destacando-se principalmente o forte efeito ΔY entre 2004 e 2008.

O setor Transporte apresentou um efeito ΔN negativo para ambos os períodos, sendo que no primeiro ele foi mais relevante para determinação da variação do consumo de óleo diesel. No caso dos subefeitos que compõem o efeito estrutura, em ambos os períodos estes efeitos se compensaram, sendo que no primeiro período prevaleceram Δf positivo e Δl negativo, e no segundo o efeito Δb positivo e o efeito Δl negativo, como mostra a Figura 4.2.2.5.

Fig. 4.2.2.5 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Transporte – mil tep - 2000-2008

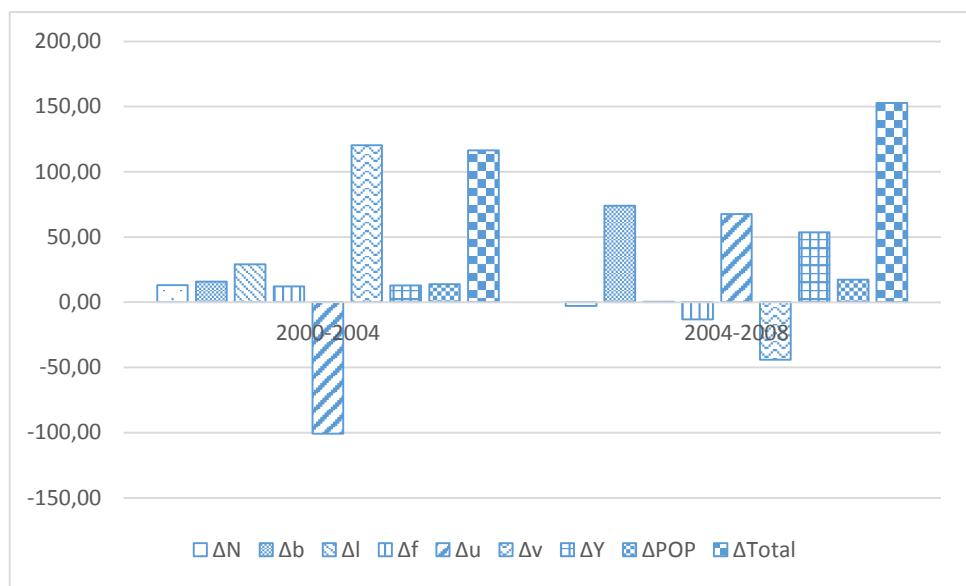


Fonte: Elaboração própria

Vale ressaltar também os efeitos positivos Δv , ΔY e ΔP em ambos os períodos, no segundo, em especial, ΔY cresceu fortemente, correspondendo praticamente a todo aumento do consumo de diesel no período, posto que os outros efeitos se contrabalancearam.

A Figura 4.2.2.6 mostra que setor de Mineração e Pelotização, com exceção de Δu , apresentou todos os efeitos positivos entre 2000 e 2004, inclusive ΔN que foi negativo para todos os outros setores agregados. O efeito Δv , em especial, foi fortemente positivo, dado principalmente pelo aumento da participação das exportações no PIB. Este efeito foi compensado, em parte pela queda da participação do setor de Minério de Ferro nas exportações totais no período.

Fig. 4.2.2.6 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Mineração e Pelotização – mil tep - 2000-2008

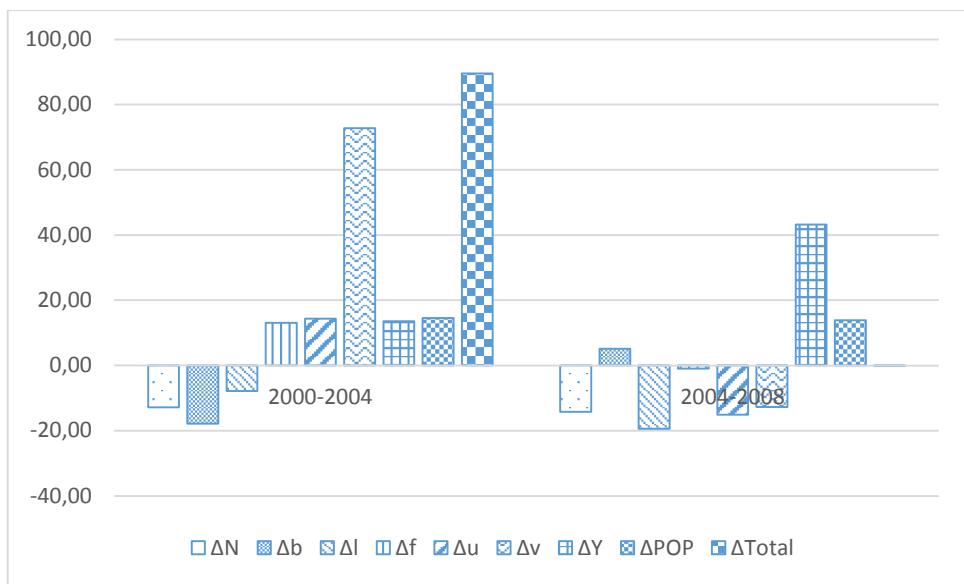


Fonte: Elaboração própria

No segundo período, o crescimento dos requerimentos totais de diesel advindos principalmente dos efeitos positivos Δb e Δu , além de ΔY e ΔP , foi em parte amortecido pelos efeitos negativos Δv e Δf . Mesmo assim, o crescimento dos requerimentos totais neste período foi maior que no anterior.

O setor de Papel e Celulose apresentou um forte crescimento no requerimento total de diesel entre 2000 e 2004, puxado principalmente pelo aumento das exportações em relação ao PIB, via efeito Δv . Neste período, o efeito estrutural total apresentou-se negativo, principalmente devido à queda de Δb , amortecida em parte pelo aumento de Δf . O subefeto Δl também se apresentou negativo e significativo, embora menor do que Δf , como observa-se na Figura 4.2.2.7.

Fig. 4.2.2.7 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Papel e Celulose– mil tep -2000-2008

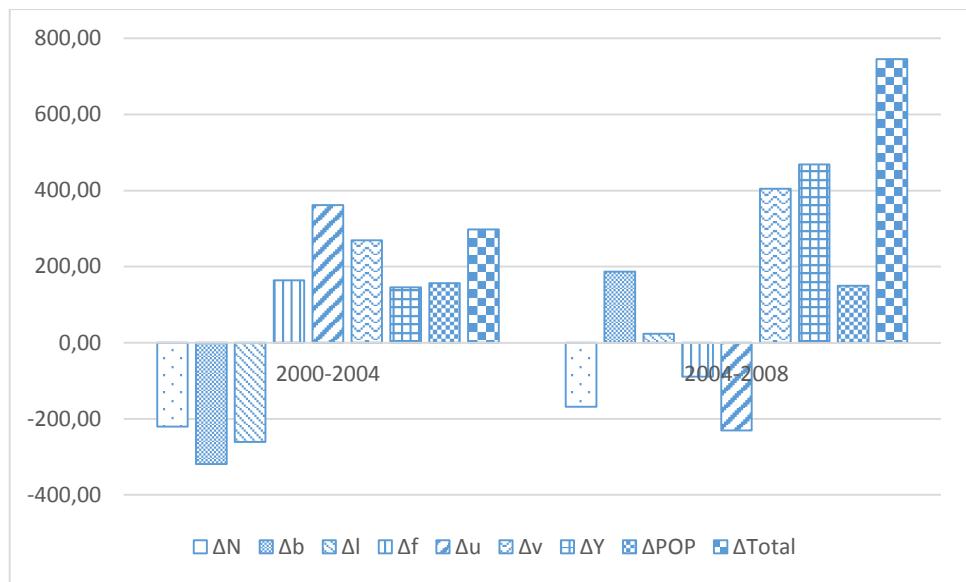


Fonte: Elaboração própria

O efeito ΔN foi negativo e de magnitude semelhante em ambos os períodos. No segundo período houve queda em todos os efeitos, com exceção de Δb , que praticamente não cresceu, de ΔY , que aumentou muito sua participação positiva, e de ΔP , que manteve o crescimento. O balanço total foi a manutenção dos requerimentos totais de óleo diesel do período anterior.

No primeiro período, no setor Outras Indústrias, os efeitos positivos Δf , Δu e Δv foram praticamente anulados pela queda de ΔN , Δb , e Δl , como é apresentado na Figura 4.2.2.8. Os efeitos ΔY e ΔP somados representaram a variação dos requerimentos totais. Vale destacar o impacto positivo de Δu , que está relacionado principalmente ao aumento da participação do consumo das famílias e das exportações, em especial o de Automóveis, Camionetas e Utilitários.

Fig. 4.2.2.8 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Outras Indústrias – mil tep - 2000-2008



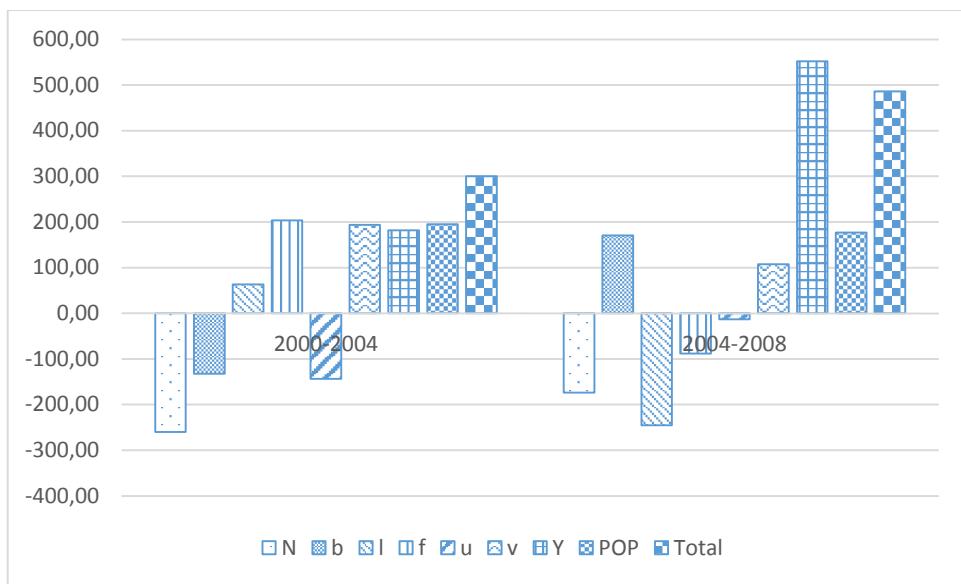
Fonte: Elaboração própria

Já entre 2004 e 2008, os efeitos estruturais somados apresentaram uma contribuição positiva, ao contrário do período anterior, e ΔN manteve-se negativo, embora sua contribuição na variação total tenha se reduzido consideravelmente. O efeito Δu , que no período anterior havia sido fortemente positivo, passou a contribuir negativamente para evolução dos requerimentos totais de energia devido a uma significativa queda na participação do setor nas exportações e no consumo das famílias.

No caso do setor comercial, como consta na Figura 4.2.2.9, destaca-se um impacto positivo expressivo do aumento da renda per capita teve no aumento dos requerimentos totais de diesel, principalmente no período que vai de 2004 a 2008, o que mais do que superou a contribuição negativa resultante do somatório dos outros efeitos. Em ambos os períodos houve uma significativa redução do requerimento total dada por ΔN . No que diz respeito ao efeito estrutura, no primeiro período verifica-se uma influência negativa de Δb , que foi mais do que compensada pelo efeito Δf .

Fig. 4.2.2.9 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Comercial – mil tep -

2000-2008

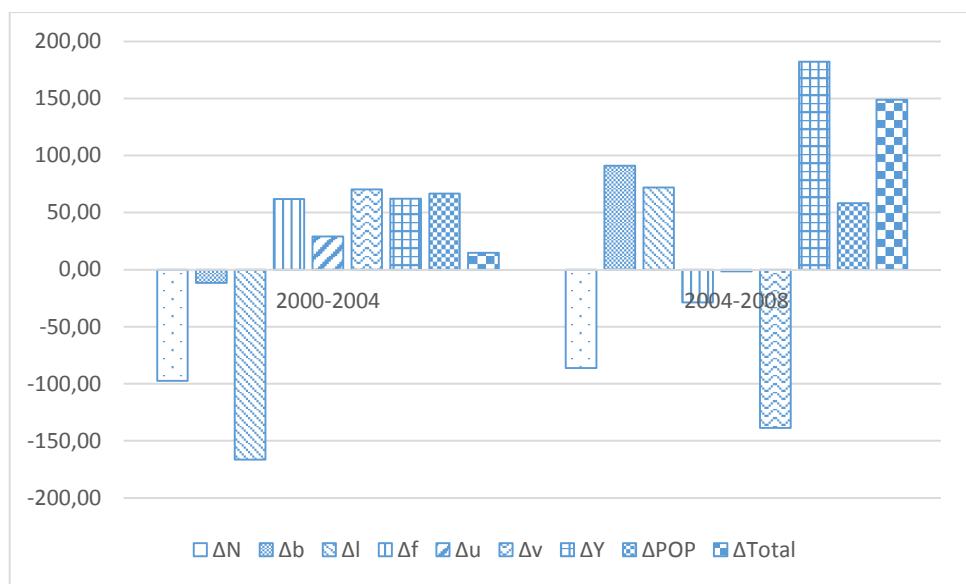


Fonte: Elaboração própria

Já no segundo período o subefeito estrutura mais relevante foi Δl , que superou em valores absolutos Δb , que contribuiu positivamente para o aumento dos requerimentos de diesel do setor. O efeito Δu apresentou-se relevante apenas entre 2000 e 2004, e foi determinado principalmente pela queda da participação do setor Comércio nas exportações e no consumo das famílias.

O setor Público apresentou um efeito estrutura fortemente negativo entre 2000 e 2004, puxado principalmente pela queda de Δl , que foi em parte amortecida por um Δf positivo, como mostra a Figura 4.2.2.10. Neste período destacou-se também o efeito ΔN , que foi negativo. Estes efeitos contrabalançaram os outros, levando a um crescimento quase nulo do consumo do setor público entre estes anos.

**Fig. 4.2.2.10 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Público – mil tep–
2000-2008**

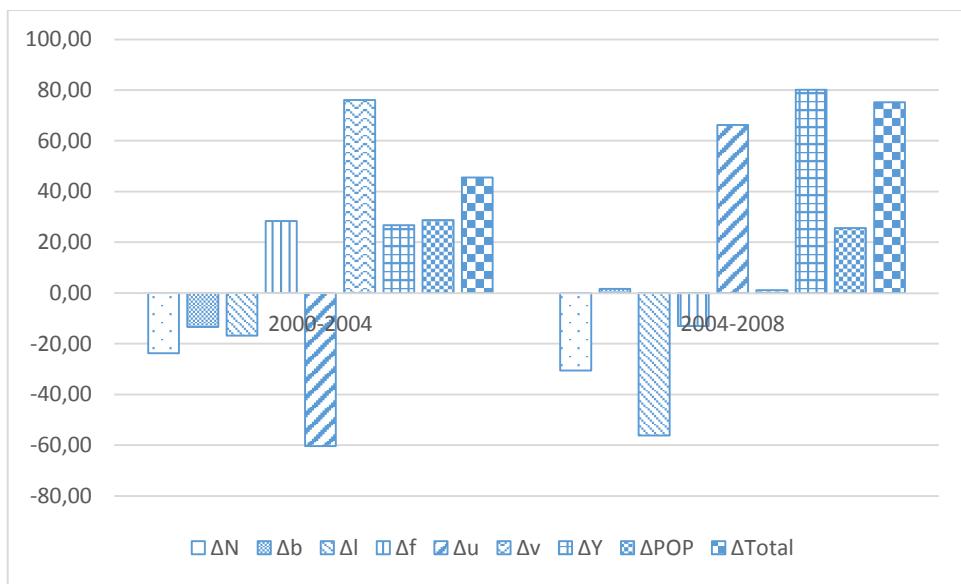


Fonte: Elaboração própria

No segundo período destacou-se a manutenção do significativo impacto negativo de ΔN , que associado a uma queda expressiva dada por Δv , que contrabalançou ΔY .

Entre 2000 e 2004, na indústria química, destacaram-se os efeitos Δu e Δv , que atuaram em sentidos opostos, conforme consta na Figura 4.2.2.11. A queda nos requerimentos totais de óleo diesel associada a Δu pode ser atribuída principalmente aos setores Produtos Químicos e Artigos de Borracha e Plástico, que tiveram uma queda expressiva em sua participação nas exportações totais do período. Já o efeito positivo Δv pode ser atribuído ao aumento da participação das exportações no período, destino da maior parte da produção do setor.

Fig. 4.2.2.11 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor de Química – mil tep - 2000-2008

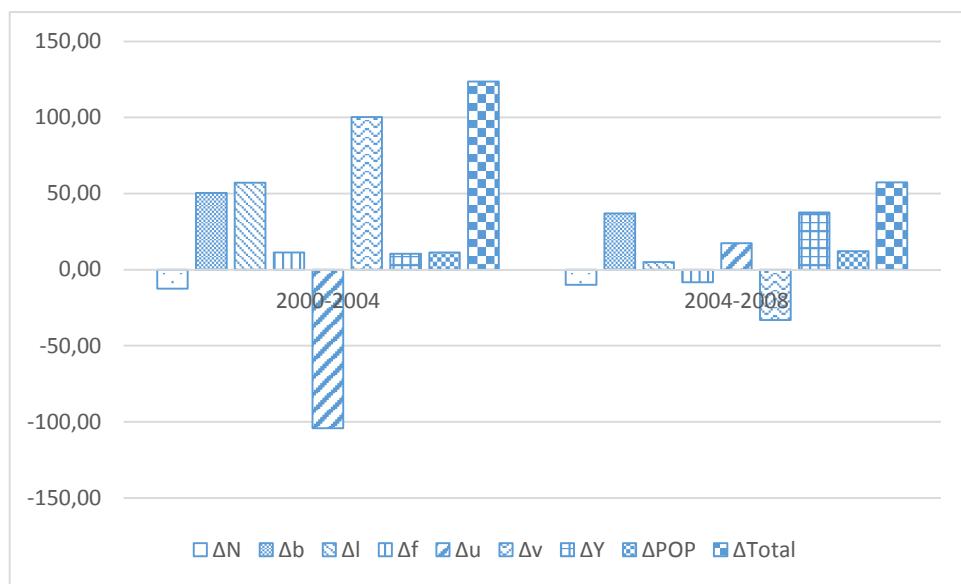


Fonte: Elaboração própria

No segundo período, destacam-se o efeito ΔL e ΔN negativos, e menor do que no período anterior, e os efeitos positivos Δu , ΔY e ΔP , que fizeram com que o requerimento total de diesel do setor aumentasse a uma taxa maior que a anterior. A mudança de sinal de Δu pode ser atribuída a Produtos Químicos, Produtos Farmacêuticos e Perfumaria, Higiene e Limpeza, que aumentaram sua participação nas categorias de demanda final.

Como pode ser visto na Figura 4.2.2.12, entre 2000-2004, no setor de Ferro-ligas, Ferro Gusa e Aço, os efeitos ΔL , Δu e Δv foram os mais significativos na determinação da evolução dos requerimentos totais de óleo diesel. O aumento de ΔL foi dado principalmente pela contribuição positiva de Δf e Δl . Já Δu caiu fortemente como consequência da queda da participação do setor nas exportações, que correspondem à maior parte da destinação dada à produção do setor. Neste período houve também um forte efeito Δv positivo que praticamente anulou o impacto negativo de Δu . Este crescimento pode ser atribuído ao aumento da razão das exportações em relação PIB.

Fig. 4.2.2.12 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – mil tep - Setor Ferro-ligas, Ferro Gusa e Aço - 2000-2008

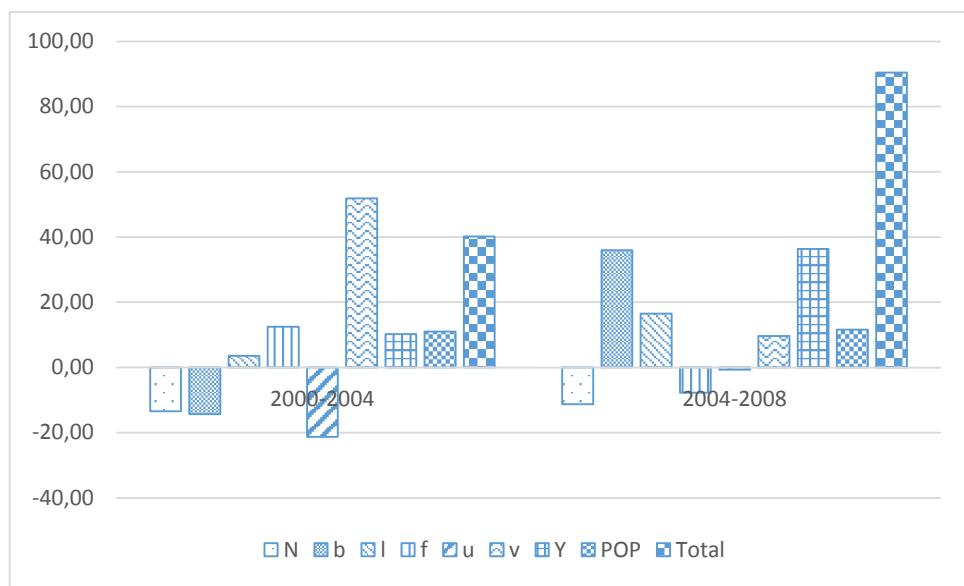


Fonte: Elaboração própria

No segundo período, os efeitos que mais se destacaram foram os efeitos positivos Δb , Δu e ΔY positivos, e o efeito negativo Δv , derivado da queda da razão entre exportações e PIB. O aumento de Δu neste período está associado a uma recuperação da participação do setor nas exportações totais.

No setor de Não-Ferrosos e Outros Metálicos, entre 2000 e 2004, o requerimento total de energia foi determinado principalmente por Δu e ΔN negativos e por Δv , ΔY e ΔP positivos, como pode ser observado na Figura 4.2.2.13. O efeito Δv cresceu devido à maior participação das exportações no PIB. Este aumento foi em parte amortecido pela queda na participação do setor nas exportações totais.

Fig. 4.2.2.13 - Decomposição Estrutural do Consumo de Óleo Diesel – Setor Não-Ferrosos e Outros Metálicos – mil tep - 2000-2008



Fonte: Elaboração própria

Entre 2004 e 2008, a evolução foi marcada por um efeito Δu e Δb positivos. O efeito Δu foi advindo de um aumento na participação do setor nas exportações totais da economia. O efeito Δb foi advindo de um aumento da integração do setor com indústrias abaixo de sua cadeia produtiva.

4.2.3 – Síntese dos Principais Resultados

Neste capítulo, foi possível apreender alguns resultados principais. Nos períodos examinados, verificou-se no país um efeito de queda na intensidade energética do óleo diesel, variação esta que pode ser atribuída principalmente a uma queda na necessidade de óleo diesel para geração de uma unidade adicional de produto, posto que os dados foram deflacionados para um mesmo ano-base para remover a interferência de mudanças nos preços. É provável que grande parte deste efeito seja derivado da diminuição no consumo específico de diesel no setor de transporte de carga, devido ao aumento da participação do modal ferroviário e hidroviário no transporte, em tku, e à maior participação de caminhões pesados, conforme visto no Capítulo 1. Este efeito negativo da intensidade energética parece ter afetado mesmo o setor agropecuário, que é um grande demandante direto de diesel e tem aumentado continuamente seu consumo devido ao aumento da mecanização da produção, que apresentou efeito intensidade negativo em ambos os períodos. Isto significa que os requerimentos energéticos indiretos de diesel

para a produção de uma unidade de valor adicionado do setor compensaram o aumento nos requerimentos diretos, com exceção do setor de Mineração e Pelotização, que apresentou intensidade energética positiva entre 2000 e 2004. Esta queda foi especialmente grande, e mais determinante, no primeiro intervalo de tempo estudado. Como foi uma queda generalizada e não afetou que fazem mais uso do setor de transporte urbano, como Alimentos e Bebidas e Comercial, é provável que um possível efeito de aumento no consumo de diesel devido ao agravamento de problemas no tráfego urbano de automóveis tenha sido superado, no caso do óleo diesel, por um aumento na eficiência no transporte de cargas.

A repercussão do *boom* das *commodities* sobre o requerimento de diesel da produção nacional foi verificado claramente no primeiro período, onde verificou-se um forte efeito positivo de destinação da demanda final que pode ser atribuído basicamente ao aumento das exportações. No que diz respeito à composição da demanda final, verificou-se um impacto negativo, embora relativamente pequeno se analisado de forma agregada, em ambos os períodos.

O efeito dado pela estrutura industrial apresentou-se pequeno, se olhado de forma agregada, porém seus subefeitos foram expressivos em ambos os intervalos de tempo analisados. Entre 2000 e 2004, o efeito estrutural apresentou-se positivo devido ao aumento dos requerimentos energéticos advindos de mudanças no encadeamento para frente na estrutura produtiva da economia, que superaram contribuições negativas de mudanças na composição industrial e no encadeamento para trás. Já no segundo período, a contribuição de encadeamentos para frente passa a ser negativa, é menos relevante, e ambos os efeitos de encadeamento para trás e de composição da indústria aumentou sua importância, contribuindo respectivamente positivamente e negativamente para o aumento do requerimento de diesel da economia.

Destacam-se nos períodos analisados a relevância dos efeitos populacionais e de renda per capita. No caso do crescimento da renda per capita, a contribuição foi ainda maior entre 2004-2008, onde este se apresenta como o maior determinante para o alto crescimento do requerimento energético dos setores produtivos. Vale destacar que ambos os efeitos foram positivos entre os períodos. No caso do consumo direto de diesel per capita e do efeito direto populacional, as conclusões são menos robustas, dado que o Balanço Energético Nacional não considera o consumo de diesel pelas famílias, ao contrário das Contas Nacionais. Apesar do resultado corresponder a um teto para o consumo direto de diesel, podemos ver que no primeiro período o consumo direto per

capita foi relativamente mais relevante, e no segundo período foi negativo, e menos determinante. Já o efeito residencial foi pequeno e positivo em ambos os períodos.

CONCLUSÃO

Entre os anos de 2000 a 2008, a economia brasileira apresentou resultados econômicos melhores do que os das duas décadas anteriores. Os anos de 2000 a 2004 foram de estabilização econômica, com taxa média de crescimento de 2,35% a.a., com controle inflacionário e expressivo crescimento da participação das exportações no PIB dado pelo *boom* das *commodities*. O crescimento foi influenciado negativamente por fatores como a crise no setor elétrico entre 2000 e 2001, a mudança para o regime de câmbio flutuante em 1999, e as incertezas advindas da eleição presidencial entre 2002 e 2003, associadas às altas taxas de juros contribuíram para um desempenho econômico modesto, mas que serviu para estabelecer as bases econômicas para o período seguinte. Já o período que vai de 2004 até 2008 apresenta-se como um período de alto crescimento do PIB, que se reflete no PIB per capita e também no aumento do consumo das famílias. Houve também diminuição da participação das exportações na economia, em parte, como consequência da valorização cambial do real.

No que diz respeito a análise de evolução do consumo energético no período, verifica-se a existência de uma maior relação entre a atividade econômica e a demanda por diesel do que a verificada no caso do consumo energético geral, que se apresentou menos volátil. Observou-se que o consumo total de óleo diesel pode ser atribuído basicamente, 97% no período, ao setor de transportes e ao agropecuário. Entretanto, uma análise baseada apenas no consumo final energético dos setores não adereça de forma ideal os requerimentos de diesel dentro da cadeia produtiva. Como pode ser observado na seção 4.1, o consumo de energia no setor de transporte e agropecuário se espalham pela economia através do processo de produção de bens e serviços, e os outros setores ganham relevância na participação dos requerimentos totais de energia quando consideradas as interligações industriais.

No caso do setor de transporte de cargas, foi observado um aumento da participação do modal ferroviário e da participação de caminhões mais pesados, o que pode explicar uma parcela do forte impacto negativo gerado pela queda na intensidade energética, que amorteceu o crescimento do consumo de diesel no período. No caso do setor de transporte de passageiros, verificou-se uma relação menor do consumo energético com o nível de atividade econômica. Uma análise conjuntural, permite inferir que os ganhos de eficiência neste setor foram menores se comparados ao setor de

transporte, posto que a participação dos modais no transporte de passageiros não mudou de forma expressiva como no caso do setor de transporte de cargas.

Outro aspecto interessante é que a análise realizada permitiu verificar que a queda na intensidade energética, a preços constantes, caiu para todos os setores analisados⁴³. Isto indica que mesmo setores que fazem mais uso de transporte urbano apresentaram redução na intensidade energética e, portanto, que um possível efeito de aumento no consumo devido a problemas de mobilidade urbana foi superado, no nível dos setores analisados, por ganhos de eficiência no setor de transportes.

No Capítulo 2, foi apresentada a metodologia de análise de decomposição estrutural. Na seção 2.2, foram apresentadas razões que justificam o uso desta análise no estudo, destacando-se principalmente a possibilidade de verificar os requerimentos energéticos de óleo diesel na economia num nível setorial. Na seção 2.3 foi detalhada, com fundamento na literatura sobre o tema, a opção pelo uso do índice divisão de média logarítmica (LMDI) como base para os cálculos. No estudo, foram priorizadas qualidades como o escopo de aplicações futuras, facilidade no processamento de dados, facilidade de compreensão e apresentação dos resultados, robustez à valores nulos, e reversibilidade nos fatores. Na seção 2.4, foi apresentado o método dos coeficientes diretos para relacionar fluxos energéticos com fluxos monetários

No terceiro capítulo, foram apresentados os dados econômicos e energéticos utilizados nesta dissertação, assim como o tratamento dado a estas variáveis e a metodologia de compatibilização das mesmas.

No quarto capítulo foram apresentados os resultados da análise de decomposição estrutural do consumo brasileiro de óleo diesel para os períodos de 2000 a 2004 e de 2004 a 2008. Com base nestes resultados e da análise exposta no Capítulo 1, foi possível chegar a algumas conclusões interessantes. O aumento das exportações, entre 2000 e 2004, e o aumento do consumo das famílias e do investimento entre, 2004 e 2008, foram fatores que, em conjunto com o crescimento da renda per capita e da população, contribuíram para o aumento da demanda por diesel. Em especial, o crescimento da renda per capita no segundo período respondeu por grande desta demanda.

⁴³ A exceção foi o setor de Mineração e Pelotização, que apresentou efeito intensidade energética positivo entre 2000 e 2004. Embora possua pequena participação nos requerimentos totais de diesel, como visto na Figura 4.1.2, entre 2000 e 2008, o setor mais do que dobrou sua participação nos requerimentos totais de energia, saindo de 0,77%, em 2000, para 1,31%, em 2008. Requerimentos diretos e indiretos de diesel cresceram de forma semelhante no setor, mas não se refletiram em um aumento proporcional no valor adicionado do setor.

Foi possível inferir que a evolução tecnológica⁴⁴ tem desempenhado um papel determinante na contenção da evolução do consumo de diesel, impedindo que choques econômicos e transformações na estrutura da demanda se refletissem inteiramente em aumento do consumo de diesel e, consequentemente, nas emissões de gases do efeito estufa e de poluentes atmosféricos. A importância relativa do aumento da eficiência no uso de diesel, via queda na intensidade energética, frente a outros fatores foi grande, e só pode ser adereçada através de uma análise mais detalhada dos dados. É interessante notar que por ser de difícil tratamento, aspectos ligados a eficiência energética são muitas vezes desconsiderados em modelos de energéticos. Este estudo mostra que a inclusão de aspectos tecnológicos e setoriais pode favorecer tanto análises que objetivam a interpretação de séries passadas quanto aquelas que buscam prever a demanda energética. O sucesso de futuras políticas energéticas certamente poderá ser melhor avaliado por meio de metodologias como a utilizada neste estudo.

Por fim, é importante destacar que a análise proposta neste trabalho pode contribuir para responder questões interdisciplinares que consideram a interligação entre energia e outros temas. Por exemplo, estudos futuros que considerem as externalidades geradas pelo desenvolvimento tecnológico, certamente encontrarão um forte efeito de queda na emissão de gases do efeito estufa e de poluentes atmosféricos que pode ser atribuída a estas evoluções tecnológicas. Analogamente, é possível encontrar aspectos negativos de choques usualmente considerados inteiramente positivos, como o aumento das exportações, dos investimentos e do consumo das famílias. Portanto, os resultados contidos neste trabalho poderão ser utilizados futuramente para conexão entre estes diferentes tópicos.

⁴⁴ Por mudança tecnológica, incluem-se também questões ligadas à logística e à racionalização no uso de recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. W. de. *Análise do consumo de energia direta e indireta das famílias brasileiras por faixa de renda*. 2015.166 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.2015.

ALMEIDA, P. R. O Brasil e as crises financeiras internacionais, 1995-2001. *Meridiano* 47, v. 3, n. 22. 2002.

ANG, B. W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?. *Energy policy*, v. 32, n. 9, p. 1131-1139. 2004

_____. Decomposition methodology in industrial energy demand analysis. *Energy*, v. 20, n. 11, p.1081-1095. 1995

ANG, B. W., Liu, F. L., & Chew, E. P. Perfect decomposition techniques in energy and environmental analysis. *Energy Policy*, v. 31, n.14, p. 1561-1566. 2003.

ANG, B. W., LIU, F. L., CHUNG, H. S. Index numbers and the Fisher Ideal index approach in energy decomposition analysis. *Research Report N.U.S*, n. 38. 2002.

ANG, B. W., ZHANG, F. Q.; CHOI, K. H. Factorizing changes in energy and environmental indicators through decomposition. *Energy*, v. 23, n. 6, p. 489-495. 1998.

ANG, B. W.; CHOI, K. H. Decomposition of aggregate energy and gas emission intensities for industry: a refined Divisia index method. *The Energy Journal*, p. 59-73. 1997.

ANG, B. W.; LEE, S. Y. Decomposition of industrial energy consumption: Some methodological and application issues. *Energy Economics*, v.16, n. 2, p. 83-92. 1994.

ANG, B. W.; Liu, F. L. A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation. *Energy*, v. 26, n. 6, p. 537-548. 2001.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Relatório Anual de Acompanhamento das Concessões Ferroviárias, 2013. 2014* - Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em 28 de dezembro de 2015;

BAER, W. *Economia brasileira*. 2^a Edição. São Paulo: Nobel. 2002. 509 p.

BARBOSA, N.; SOUZA, J. A. P. A inflexão do governo Lula: política econômica, crescimento e distribuição de renda. In: SADER, E. *Brasil entre o passado e o futuro*. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo: Boitempo. 2013. p. 69-102.

BETTS, J. R. Two exact, non-arbitrary and general methods of decomposing temporal change. *Economics Letters*, v. 30, n. 2, 151-156. 1989.

BHATTACHARYYA, S. C. *Energy economics: concepts, issues, markets and governance*. Springer Science & Business Media. 2011.

BOYD, G.; MCDONALD J.F.; ROSS, M; HANSON, D.A. Separating the changing composition of US manufacturing production from energy efficiency improvements: a Divisia index approach. *The Energy Journal*, p. 77-96. 1987.

CANUTO, O.; CAVALLARI, M.; REIS, J. G. O desafio da competitividade para o Brasil: uma avaliação comparada do desempenho das exportações nos últimos 15 anos. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, n. 112. 2012. Disponível em:<

http://iepecdg.com.br/uploads/artigos/RBCE%20112_OCMCJGR.pdf. Acesso em, 20 jan. 2016.

CHUNG, H. S.; RHEE, H. C. A residual-free decomposition of the sources of carbon dioxide emissions: a case of the Korean industries. *Energy*, v. 26, n. 1, p. 15-30. 2001.

DE BOER, P. M. C. Structural decomposition analysis and index number theory: an empirical application of the Montgomery decomposition. *Econometric Institute Research Papers*. 2006.

_____, P. Additive structural decomposition analysis and index number theory: an empirical application of the Montgomery decomposition. *Economic Systems Research*, v. 20, n. 1, p. 97-109. 2008.

_____, P. Multiplicative decomposition and index number theory: an empirical application of the Sato–Vartia decomposition. *Economic Systems Research*, v. 21, n. 2, p. 163-174. 2009.

DE WAZIERS, A. V. D. C. *A study on consistency in aggregation in index decomposition analysis*. 2005. 175 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Industrial & Systems Engineering, National University of Singapore, Singapura. 2005.

DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Structural decomposition techniques: sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, v. 10, n. 4, p. 307-324. 1998.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Consolidação de Bases de Dados do Setor Transporte: 1970-2010. *Estudo Associado ao Plano Decenal de Energia – PDE 2021*. Nota Técnica SDB-Abast n.1, 2012.

_____. *Balanço Energético Nacional 2010- Ano Base 2009*. Rio de Janeiro: EPE/Ministério das Minas e Energia, 2010.

FIRME V. A.; PEROBELL F. S. O setor energético brasileiro: uma análise via indicadores de insumo-produto e o modelo híbrido para os anos de 1997 e 2002. *Planejamento e políticas públicas*, n. 39. 2012.

FRA - FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION. Comparative evaluation of rail and truck fuel efficiency on copetitive corridors. *US Department of Transportation*. 2009.

GIAMBIAGI, F. *Economia Brasileira Contemporânea*. 2^a Edição. Rio de Janeiro: Elsevier. 2004. 296 p.

GOULD, B. W.; KULSHRESHTHA, S. N. An interindustry analysis of structural change and energy use linkages in the Saskatchewan economy. *Energy Economics*, v. 8, n. 3, p. 186-196.

GOWDY, J. M.; MILLER, J. L. Technological and demand change in energy use: an input-output analysis. *Environment and Planning A*, v. 19, n. 10, p. 1387-1398. 1987.

GUILHOTO, J. J. M.; OLIVEIRA, A. F.; GRAMEIRO, A. Notas metodológicas de construção da matriz de insumo-produto para economia brasileira para 1999. *Piracicaba: DEAS/ESALQ/USP*. 2001.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da Matriz Insumo-Produto a partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais. *Economia Aplicada*, São Paulo, SP, v. 9, n. 2, p. 277-299, 2005.

_____. Estimação da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005.

Economia & Tecnologia. UFPR/TECPAR. Ano 6, Vol 23, Out./Dez. ISSN 1809-080X. 2010.

HOEKSTRA, R.; BERGH, J. C. Van den. Comparing structural decomposition analysis and index. *Energy economics*, v. 25, n.1, p. 39-64. 2003.

HOWARTH R. B.; L. SCHIPPER, P. A. DUERR; S. STROM. Manufacturing energy use in eight OECD countries: Decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity. *Energy Economics*, v. 13, n. 2, p. 135-142.1991.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Contas Nacionais – Brasil 2005-2009/IBGE, n. 34. Coordenação de Contas Nacionais. Rio de Janeiro. 2011.

_____. Sistema de contas nacionais Brasil - séries relatórios metodológicos, n. 24. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEADATA. Dados macroeconômicos e regionais. Disponível em: < <http://www.ipeadata>.

JENNE, C. A., & CATTELL, R. K. Structural change and energy efficiency in industry. *Energy Economics*, v. 5, n. 2, p. 114-123. 1983.

LENZEN, M.; SCHAEFFER, R.; KARSTENSEN, J.; PETERS, G.P. Drivers of change in Brazil's carbon dioxide emissions. *Climatic change*, v. 121, n. 4, p. 815-824. 2013.

LEONTIEF, W.; Ford, D. Air pollution and the economic structure: empirical results of input-output computations. *Input-output techniques*, p. 9-30. 1972.

LIU, F. L.; ANG, B. W. Eight methods for decomposing the aggregate energy-intensity of industry. *Applied Energy*, v. 76, n. 1, 15-23. 2003.

LIU, X.Q.; ANG, B.W.; ONG, H.L. Interfuel substitution and decomposition of changes in industrial energy consumption. *Energy*, v. 17, n. 7, p. 689–696. 1992.

RODRIGUES, N.; LOSEKANN, L. D. Análise da demanda por óleo diesel no Brasil. In: 5º Encuentro Latinoamericano de Economía de la Energía, 2015, Medellin. 5º Encuentro Latinoamericano de Economía de la Energía. 2015.

MARLAY, R. C. Trends in industrial use of energy. *Science*, v. 226, n. 4680, p.1277-1283. 1984.

MATTOS, R. S.; PEROBELL, F. S.; HADDAD, E.; FARIA, W. R. Integração de modelos econométricos e de insumo produto para previsões de longo prazo na demanda de energia no Brasil. *Estudos Econômicos*, v. 38, p. 675-699, 2008.

MILLER, R.; BLAIR, P. IO analysis: foundations and extensions. *New Jersey*. 1985.

PARK, S.H. Decomposition of Industrial Energy Consumption – An alternative method. *Energy Economics*, v. 14, n. 4, p. 843-858. 1992.

MONToya, M. A.; LOPES, R. L.; GUILHOTO, J. J. M. Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional a partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto: uma avaliação metodológica. *TD Nereus*, v. 5, São Paulo: NEREUS, 2013.

MT; MCID. *Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)*. Brasília: Ministério dos Transportes e Ministério das Cidades (coord.), 2013.

MCTI. Política de Desenvolvimento Produtivo. Disponível em:<<http://www.desenvolvimento.gov.br/pdp/index.php/sitio/conteudo/conteudo/2/0/163>>. Acesso: 29. dez. 2015.

MULLER, A. Putting decomposition of energy use and pollution on a firm footing-clarifications on the residual, zero and negative values and strategies to assess the performance of decomposition methods. *Working Papers in Economics*, n. 215. 2006.

PERSONS, W.M. *The construction of Index Numbers*. Houghton Mifflin company. 1928. 100 p.

PLØGER, E. Input-Output Analyses of the Charges in Energy Consumption in Danish Industries 1966-79. *IIASA Task Force Meeting on Input-Output Modeling*. p. 251-266. 1983.

_____. The effects of structural changes on Danish energy consumption. *Input-Output Modeling*. Springer Berlin Heidelberg, p. 211-220. 1985.

REITLER, W.; RUDOLPH, M.; SCHAEFER, H. Analysis of the factors influencing energy consumption in industry: a revised method. *Energy Economics*, v. 9, n. 3, p. 145-148. 1987.

ROSE, A.; CASLER, S. Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal. *Economic Systems Research*, v. 8, n. 1, p. 33-62. 1996.

SANTIAGO, F.; MATTOS, R. S.; PEROBELL, F. S. "Um modelo integrado econômico+insumo-produto para previsão de longo prazo da demanda de combustíveis no Brasil". *Nova Economia*, Issue 3, pp.423-455, 2011.

SOUZA, R. M. *Exportações e consumo de energia elétrica: Uma análise baseada na integração de modelos econômico e de insumo-produto inter-regional para Minas Gerais e o restante do Brasil*. 2008. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

SU, B.; ANG, B. W. Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: some methodological developments. *Energy Economics*, v. 34, n. 1, p. 177-188. 2012.

SUN, J. Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model. *Energy Economics*, v. 20, n. 1, p. 85-100. 1998.

UCHÔA, C.; KERSTENETZKY, C. L.; SILVA, N. V. Padrões de consumo e estilos de vida: Em busca da nova classe média. *37º Encontro Anual da ANPOCS– As classes sociais no Brasil contemporâneo*. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

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. 215 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético), Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

WACHSMANN, U.; WOOD, R.; LENZEN, M.; SCHAEFFER, R. Structural decomposition of energy use in Brazil from 1970 to 1996. *Applied Energy*, v. 86, n. 4, 578-587. 2009.

WEBER, C. L. Measuring structural change and energy use: Decomposition of the US economy from 1997 to 2002. *Energy Policy*, v. 37, n. 4, 1561-1570. 2009.

WOOD, R. Structural decomposition analysis of Australia's greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, v. 37, n. 11, p. 4943-4948. 2009.

WOOD, R.; LENZEN, M. Structural path decomposition. *Energy Economics*, v. 31, n. 3, p. 335-341. 2009.

_____. Zero-value problems of the logarithmic mean divisoria index decomposition method. *Energy Policy*, v. 34, n. 12, p. 1326-1331. 2006.

ANEXOS

Anexo 1

Divisão do Consumo de Diesel entre os Setores – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	2734,96	3041,69	3401,12	3185,18	3173,98	2986,47	3069,51	3257,83	3654,41
	0102	Pecuária e pesca	1717,04	1813,31	1797,88	1639,82	1592,63	1747,76	1729,79	1841,02	2030,84
Energético	0201	Petróleo e gás natural	35,76	39,91	46,76	26,54	26,68	33,12	21,14	27,72	36,88
	0309	Refino de petróleo e coque	88,25	91,14	86,23	56,20	52,35	57,09	32,83	46,93	51,66
	0310	Álcool	15,09	11,27	11,12	8,08	5,59	5,73	3,97	6,27	7,87
Mineração e Pelotização	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	113,90	115,68	117,89	62,18	62,93	61,71	34,85	50,72	55,38
	0202	Minério de ferro	80,52	93,84	91,55	116,97	124,98	139,34	142,92	151,81	161,19
	0203	Outros da indústria extrativa	77,48	72,16	67,45	80,03	90,41	71,77	78,33	89,95	87,78
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	36,69	37,71	48,12	59,01	71,03	58,51	62,67	74,65	79,25
	0302	Produtos do fumo	1,31	1,29	1,88	1,99	2,75	2,16	2,33	2,52	2,58
Têxtil	0303	Têxteis	1,99	1,18	0,79	0,81	0,70	0,62	0,68	1,07	1,04
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	1,82	1,01	0,64	0,61	0,51	0,52	0,57	0,99	1,00
	0305	Artefatos de couro e cakados	1,19	0,80	0,57	0,57	0,48	0,43	0,45	0,72	0,68
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	5,72	6,14	8,02	10,63	14,07	13,57	9,64	14,12	14,26
	0307	Celulose e produtos de papel	12,92	12,53	15,26	21,30	25,41	25,93	19,03	28,69	29,92
	0308	Jornais, revistas, discos	12,35	12,32	13,71	16,07	19,04	20,30	15,03	21,89	23,74
Química	0311	Produtos químicos	20,28	19,69	33,84	40,56	44,34	38,43	36,68	42,30	45,58
	0312	Fabricação de resina e elastômeros	8,57	8,32	12,46	15,64	18,47	15,11	16,29	17,60	16,17
	0313	Produtos farmacêuticos	12,78	11,77	16,89	17,03	16,37	17,27	19,16	20,12	19,85
Cimento	0314	Defensivos agrícolas	4,02	3,94	5,73	7,56	11,01	7,38	7,07	8,67	10,10
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	9,07	6,54	11,05	12,27	12,43	11,03	12,73	14,10	13,31
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	3,93	3,65	5,56	5,57	5,61	5,30	5,81	6,33	6,60
Cerâmica	0317	Produtos e preparados químicos diversos	5,57	5,04	7,74	8,59	9,48	8,20	7,94	8,01	8,26
	0318	Artigos de borracha e plástico	18,79	17,05	25,73	29,78	31,54	30,34	31,69	34,53	34,48
	0319	Cimento	24,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	0321	Fabricação de aço e derivados	30,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	14,24	13,87	15,69	16,41	15,76	13,28	13,91	16,16	17,44
	0325	Eletrodomésticos	2,81	2,02	1,92	2,36	2,46	2,10	2,23	2,33	2,12
Outras Indústrias	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	4,01	2,52	2,70	2,24	2,49	2,60	3,54	3,80	3,88
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	8,23	7,40	7,82	7,45	7,08	6,68	7,25	7,56	8,25
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	12,47	9,74	9,42	8,56	9,39	8,03	7,54	6,75	5,63
Comercial	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	3,20	2,65	3,21	2,88	2,62	2,33	2,41	2,65	2,61
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	13,92	12,31	13,65	13,23	13,23	11,64	12,85	14,81	15,12
	0331	Caminhões e ônibus	3,47	2,96	3,15	3,52	4,64	4,32	3,79	4,05	5,21
Transporte	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	9,61	8,32	9,66	11,29	12,79	12,24	11,94	12,38	12,61
	0333	Outros equipamentos de transporte	5,25	5,50	6,89	6,20	6,66	5,38	5,54	6,09	6,40
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	10,91	8,91	9,77	9,22	8,63	7,22	7,33	7,58	7,66
Público	0501	Construção	61,88	49,80	55,12	45,64	43,16	36,76	38,05	40,25	41,79
	0601	Comércio	14,10	12,67	16,48	19,07	23,96	12,47	12,71	13,73	15,07
	0801	Serviços de informação	6,43	6,23	8,11	8,88	11,25	5,94	5,75	5,92	6,38
Público	0901	Intermediação financeira e seguros	10,16	9,37	13,45	13,91	15,30	8,44	8,64	9,25	9,15
	1001	Serviços imobiliários e aluguel	11,08	9,52	12,28	12,73	14,71	7,47	7,19	7,31	7,48
	1101	Serviços de manutenção e reparação	1,88	1,53	1,90	2,01	2,15	1,08	1,11	1,14	1,19
Público	1102	Serviços prestados às empresas	3,91	3,50	4,66	4,90	5,71	2,95	3,17	3,36	3,44
	1103	Educação mercantil	7,42	6,44	8,74	9,51	11,44	5,91	6,12	6,35	6,89
	1104	Saúde mercantil	2,15	1,90	2,67	2,95	3,63	1,53	1,62	1,52	1,52
Público	1105	Saúde mercantil	3,66	3,36	4,65	4,83	5,77	2,79	2,91	2,90	2,96
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	5,06	4,47	5,69	5,74	6,83	3,69	3,68	3,50	3,67
	1107	Serviços domésticos	1,13	1,02	1,36	1,48	1,85	0,95	0,98	1,02	
Público	0701	Transporte, armazenagem e correio	21963,89	22503,87	22942,70	22616,97	23943,57	23993,10	24395,46	26089,82	27964,19
	1201	Educação pública	24,76	22,62	33,44	23,57	22,80	15,61	17,47	18,63	20,28
	1202	Saúde pública	15,10	14,30	22,45	16,32	18,21	11,60	13,01	13,35	13,05
Público	1203	Administração pública e segurança social	78,14	77,08	115,11	78,11	83,65	58,17	60,96	61,73	62,67
		Consumo das Famílias	2126,11	2336,13	2467,30	2572,03	3088,21	2952,97	3075,74	3039,45	3121,84

Fonte: Elaboração própria, com base em Montoya et al (2013)

Anexo 2

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito N – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	52,85	56,97	-217,46	-82,10	-206,55	76,60	6,26	-5,76	-164,29	-146,68
	0102	Pecuária e pesca	26,42	-65,59	-125,28	-46,51	24,14	-13,67	31,95	45,61	-197,90	87,99
Energético	0201	Petróleo e gás natural	-1,54	-4,33	-7,55	5,57	-2,49	-4,28	2,61	-0,32	-6,95	-4,80
	0309	Refino de petróleo e coque	-27,53	-17,74	0,76	0,69	-6,56	-27,58	20,58	-24,41	-40,84	-36,52
	0310	Álcool	1,63	1,77	-10,02	-3,89	-7,93	2,84	1,42	-0,36	-12,96	-7,73
Mineração e Pelotização	0401	Elétricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	-9,44	-3,88	-27,88	6,59	-5,17	-13,60	7,42	-3,45	-34,39	-15,82
	0202	Minério de ferro	3,09	-2,10	4,70	10,98	-11,59	-19,67	-17,95	56,86	15,74	3,52
	0203	Outros da indústria extrativa	-1,68	-1,87	-0,11	2,25	-4,36	0,52	0,62	-1,95	-2,63	-6,42
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	41,79	-74,52	-352,03	-76,49	-167,66	27,93	63,10	37,00	-430,40	-47,62
	0302	Produtos do fumo	0,25	-0,13	-15,09	-3,14	-19,69	6,43	1,38	-0,88	-15,14	-12,68
Têxtil	0303	Têxteis	-2,22	-2,70	-5,43	1,27	-5,32	0,45	1,06	-1,06	-8,83	-5,18
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	-5,48	-6,45	-7,29	3,68	-6,05	-0,60	2,01	-2,03	-13,98	-7,06
	0305	Artefatos de couro e calçados	-3,75	-6,94	-10,81	4,10	-6,24	-1,15	2,55	-1,06	-17,09	-6,04
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,12	0,01	-4,70	1,01	-5,56	-0,42	2,50	0,13	-3,51	-2,30
	0307	Celulose e produtos de papel	-2,39	-1,72	-6,44	3,05	-10,74	-1,17	4,82	-1,57	-7,50	-10,07
	0308	Jornais, revistas, discos	-2,09	-1,63	-1,21	2,85	-2,20	-2,52	3,18	-0,13	-1,86	-1,83
Química	0311	Produtos químicos	-1,17	-1,74	-2,05	2,78	-3,38	-1,81	1,62	-1,43	-2,37	-4,92
	0312	Fabricação de resina e elastômeros	-0,97	-0,29	-0,54	2,23	-1,61	-0,39	0,06	-1,53	-0,69	-3,55
	0313	Produtos farmacêuticos	-6,20	-2,35	-5,77	4,69	-4,03	0,14	1,59	-3,96	-8,70	-6,34
Cimento	0314	Defensivos agrícolas	-0,15	0,07	-0,77	1,56	-0,97	-0,02	0,00	-0,02	0,26	-2,05
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	-3,82	-0,24	-8,04	3,91	-7,82	0,22	2,57	-2,39	-10,23	-8,54
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,31	-0,19	-0,57	0,38	-0,36	-0,14	0,10	-0,21	-0,60	-0,63
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0317	Produtos e preparados químicos diversos	-0,40	0,11	-0,83	0,66	-1,12	-0,01	0,21	-0,43	-0,47	-1,45
	0318	Artigos de borracha e plástico	-1,73	0,06	-1,08	2,10	-2,06	-0,34	0,62	-1,24	-0,95	-3,10
	0319	Cimento	-0,35	-0,02	-0,06	-0,03	-0,84	0,14	-0,85	-0,46	-0,40	-1,84
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	-1,12	-1,13	-1,13	1,17	-1,43	-0,41	0,04	-0,61	-2,24	-2,22
	0321	Fabricação de aço e derivados	-8,50	-6,71	-6,21	11,27	-8,56	-5,73	0,47	3,17	-12,56	-9,94
	0322	Metalmecânica de metais não-ferrosos	-2,65	-3,22	-3,01	3,57	-3,14	-1,68	1,51	-1,70	-6,12	-5,34
Outras Indústrias	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-4,21	-4,28	-3,36	4,47	-3,36	-1,91	1,11	-1,05	-7,34	-5,91
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-11,75	-12,56	-11,41	12,41	-13,01	-5,46	3,19	-3,44	-26,28	-21,65
	0325	Eletrônicos	-3,39	-2,60	-1,90	3,24	-3,18	-1,18	0,74	-1,04	-6,25	-4,64
Comercial	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-2,39	-2,33	-3,75	2,13	-2,48	-1,70	0,61	-1,14	-7,45	-5,10
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-3,53	-2,79	-2,79	2,42	-2,19	-1,35	0,79	-1,51	-5,65	-4,76
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-7,58	-9,24	-5,86	7,09	-7,27	-4,04	1,62	-2,58	-17,15	-10,84
Transporte	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-1,85	-1,89	-2,12	1,66	-1,61	-0,55	0,60	-0,82	-4,16	-2,44
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	-28,29	-21,46	-19,26	26,99	-23,24	-1,48	7,13	-5,61	-43,92	-25,42
	0331	Caminhões e ônibus	-4,07	-3,76	-4,26	4,64	-6,02	-2,35	1,23	-1,27	-11,28	-9,35
Público	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	-3,03	-2,76	-3,22	4,03	-3,17	-1,33	0,53	-0,95	-6,37	-4,96
	0333	Outros equipamentos de transporte	-2,91	-2,22	-4,31	1,46	-3,63	-1,40	0,71	-2,87	-9,63	-7,79
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	-6,14	-4,35	-7,88	4,88	-7,75	-2,05	2,49	-1,64	-14,05	-9,84
Comercial	0501	Construção	-40,77	-24,06	-30,37	20,33	-35,35	-9,04	1,97	-15,08	-68,11	-61,23
	0601	Comércio	-35,26	-44,66	-36,49	46,90	-35,54	-16,58	13,70	-17,51	-77,07	-61,28
	0801	Serviços de informação	-7,24	-18,23	-14,20	9,37	-7,11	-2,73	1,92	-2,34	-12,46	-11,02
Público	0901	Intermediação financeira e seguros	-8,07	-7,86	-8,32	10,01	-10,16	-3,76	2,71	-3,37	-15,24	-15,51
	1001	Serviços imobiliários e aluguel	-4,33	-0,38	-2,67	3,29	-9,05	-1,38	0,57	-1,07	-3,78	-11,46
	1101	Serviços de manutenção e reparação	-2,00	-1,42	-1,41	1,47	-1,69	-0,49	0,32	-0,42	-3,02	-2,33
Comercial	1102	Serviços de alojamento e alimentação	1,71	-13,00	-49,56	-3,18	-24,78	2,09	9,34	2,67	-61,31	-14,63
	1103	Serviços prestados às empresas	-3,41	-4,23	-3,33	4,38	-3,66	-1,56	1,42	-1,14	-5,42	-5,45
	1104	Educação mercantil	-5,29	-5,92	-6,34	5,98	-6,97	-2,00	1,71	-1,58	-11,74	-8,96
Público	1105	Saúde mercantil	-10,43	-13,34	-16,35	14,56	-14,05	-4,02	4,04	-3,91	-24,08	-18,45
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	-17,79	-23,84	-27,55	16,71	-18,38	-6,63	6,74	-4,95	-46,77	-23,97
	1107	Serviços domésticos	-0,11	0,24	0,11	0,27	-0,94	0,01	0,01	0,04	0,50	-0,88
Transporte	0701	Transporte, armazenagem e correio	-316,44	-451,10	-309,06	397,66	-197,55	-118,29	89,61	-125,57	-695,83	-369,95
	1201	Educação pública	-7,32	4,93	-18,69	1,81	-12,33	-0,35	4,20	0,38	-18,99	-9,38
	1202	Saúde pública	-8,21	-0,43	-15,88	8,90	-14,06	-2,44	3,17	-2,99	-16,46	-16,99
Público	1203	Administração pública e seguridade social	-23,03	2,55	-62,48	18,84	-49,43	-7,69	7,03	-7,43	-61,91	-59,73

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito b – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-71,89	77,18	33,28	-33,91	-46,30	30,26	-30,63	149,99	-5,38	98,83
	0102	Pecuária e pesca	-20,11	20,49	19,26	-13,77	12,00	-19,35	18,22	82,44	4,22	89,58
Energético	0201	Petróleo e gás natural	0,62	-0,12	1,40	7,06	21,98	18,24	-18,40	41,36	5,06	59,54
	0309	Refino de petróleo e coque	-60,53	1,75	258,07	-123,30	14,19	-202,70	174,43	-262,56	80,51	-255,39
	0310	Álcool	-9,91	-3,52	5,09	-8,75	5,61	11,22	-4,92	6,33	-18,04	22,24
	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	15,35	-2,51	-8,07	-4,24	-2,41	-1,03	-6,00	13,11	1,41	3,29
Mineração e Pelotização	0202	Minério de ferro	9,74	21,45	-13,43	-2,15	25,90	-4,58	-44,85	95,30	17,19	65,49
	0203	Outros da indústria extractiva	-1,40	1,22	-1,85	1,41	-1,28	2,96	-1,11	7,91	-1,27	8,57
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	13,91	-131,69	75,68	183,73	137,56	53,62	-228,45	189,87	132,35	151,71
	0302	Produtos do fumo	2,33	-7,49	-15,38	-4,91	-2,11	16,54	-7,55	16,23	-25,07	23,69
Têxtil	0303	Têxteis	-2,15	3,28	-5,13	-1,46	-3,29	1,88	-4,21	3,50	-5,52	-2,37
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	1,35	-3,18	-2,12	3,70	4,00	6,64	4,15	5,29	0,16	21,34
	0305	Artefatos de couro e calçados	2,81	11,00	-2,98	-7,12	1,63	-2,62	4,01	8,74	3,77	11,99
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,87	2,33	-0,07	-0,04	-0,84	-0,21	1,47	5,34	3,54	7,31
	0307	Celulose e produtos de papel	-13,81	1,10	3,21	-4,80	-8,95	1,26	0,69	4,53	-15,17	-3,57
	0308	Jornais, revistas, discos	-3,27	-2,53	-1,24	0,42	0,11	-1,83	1,15	2,01	-6,20	1,37
	0311	Produtos químicos	13,52	-5,33	-8,80	8,29	-6,86	-0,18	-6,05	15,11	9,13	2,15
Química	0312	Fabricação de resina e elastômeros	-5,88	-0,37	2,53	5,94	0,35	3,14	-6,95	-2,92	-0,67	-5,85
	0313	Produtos farmacêuticos	-7,54	-4,61	2,70	-3,53	2,36	4,03	-4,88	0,58	-12,09	2,20
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0314	Defensivos agrícolas	-0,11	0,50	-1,86	8,55	-4,24	0,25	-0,86	2,25	6,55	-7,31
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	-21,66	1,92	-1,96	1,55	-5,98	3,46	-1,74	4,43	-23,56	-0,83
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,20	0,28	-0,63	-1,01	1,23	0,38	-1,83	1,55	-0,20	1,43
	0317	Produtos e preparados químicos diversos	1,35	1,58	-0,27	-0,97	-0,90	1,12	-0,65	0,84	2,62	0,86
	0318	Artigos de borracha e plástico	-0,60	2,73	4,44	-2,29	0,89	2,62	-1,70	7,16	4,76	8,99
	0319	Cimento	-0,10	0,18	0,82	-1,14	-1,04	1,15	-2,04	0,89	-0,21	-1,27
	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,77	-1,41	-0,49	-0,14	1,02	2,35	-1,45	5,27	-1,28	6,33
	0321	Fabricação de aço e derivados	-8,57	18,98	10,63	39,61	-5,69	-7,65	11,99	42,63	50,50	36,84
Outras Indústrias	0322	Metalmecânica	-0,15	7,62	-2,65	-9,22	4,10	14,78	-8,76	2,54	-2,97	13,16
	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	4,43	-0,71	-4,07	-10,82	15,03	-5,09	5,00	6,24	-11,37	22,78
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	12,38	-0,96	2,61	-44,87	3,63	19,23	-13,13	31,66	-23,08	41,85
	0325	Eletrodomésticos	-0,96	-3,88	7,65	-1,75	-2,03	6,08	-4,32	1,40	1,86	1,20
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3,59	3,66	-21,58	0,21	-1,49	-2,86	-4,30	7,54	-18,35	-2,55
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,45	7,12	-4,88	-3,81	3,99	3,66	-4,18	13,56	-1,12	16,58
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	14,13	-22,96	-3,87	17,40	-5,67	-9,06	-14,12	4,91	4,07	-19,56
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-0,64	1,76	-1,41	-2,27	1,57	-0,61	1,07	1,39	-2,23	3,51
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	-181,37	-49,11	-15,78	105,73	-112,01	99,77	41,46	48,65	-164,53	68,62
	0331	Caminhões e ônibus	-4,85	-4,38	-7,16	-7,68	-15,57	-3,36	-0,66	18,62	-27,88	-3,71
Comercial	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	1,59	0,65	-2,07	-0,41	9,22	3,04	-5,26	3,38	4,34	9,78
	0333	Outros equipamentos de transporte	3,99	6,15	-3,76	-12,32	10,80	7,33	-7,95	-8,29	-3,10	3,45
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	-3,82	-1,66	1,32	-8,35	2,89	-2,22	-1,71	13,27	-12,69	11,94
	0501	Construção	-19,35	7,26	-53,44	-7,31	11,68	-2,81	13,38	33,35	-75,81	55,84
	0601	Comércio	-0,03	6,33	12,54	-4,35	9,78	14,68	-7,24	84,98	15,35	100,97
	0801	Serviços de informação	4,21	-8,24	-12,09	0,85	1,87	1,52	-0,71	2,79	-4,04	5,97
	0901	Intermediação financeira e seguros	-7,72	3,04	-2,67	-0,91	-7,34	0,40	-7,00	-1,50	-8,67	-16,55
Transporte	1001	Serviços imobiliários e aluguel	0,22	-0,66	-0,41	-0,46	0,23	0,45	0,37	0,72	-1,26	1,81
	1101	Serviços de manutenção e reparação	-2,80	-0,82	-0,13	-2,26	0,82	-0,49	-0,31	-0,22	-6,19	-0,19
	1102	Serviços de abajumamento e alimentação	-14,57	0,14	-31,53	-20,70	12,10	17,80	20,97	2,09	-64,33	53,20
	1103	Serviços prestados às empresas	2,31	-0,64	-1,30	-3,72	-0,96	2,06	-0,65	2,23	-2,79	2,82
	1104	Educação mercantil	-0,33	0,14	-1,59	-0,93	-11,40	6,85	-4,09	2,67	-2,61	-4,98
	1105	Saúde mercantil	-0,39	14,14	-12,79	-9,20	-7,68	8,67	-1,63	7,22	-6,56	7,67
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	3,24	-20,18	-23,22	-12,62	14,01	2,75	-15,78	19,12	-51,61	20,07
Público	1107	Serviços domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0701	Transporte, armazenagem e correio	458,05	-3,37	-695,43	109,28	159,55	668,92	-834,93	2369,12	-127,34	2322,90
	1201	Educação pública	0,83	0,95	-2,48	-3,41	5,35	6,11	9,81	15,22	-4,55	36,94
	1202	Saúde pública	-3,41	6,47	-3,36	9,26	-3,55	3,34	-2,58	-3,29	8,14	-5,90
	1203	Administração pública e segurança social	-0,10	11,09	-46,34	20,03	10,03	-2,12	10,45	41,17	-15,08	60,08

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito I – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	74,27	-27,99	-68,47	7,92	-74,58	-103,41	56,58	-122,39	-1,35	-268,83
	0102	Pecuária e pesca	19,61	-16,13	-5,01	-11,31	-12,59	-1,67	20,31	-47,01	-13,00	-40,04
Energético	0201	Petróleo e gás natural	0,49	-8,27	-7,45	30,07	36,94	-3,87	-16,37	13,19	4,85	32,34
	0309	Refino de petróleo e coque	-69,52	-18,46	185,61	-13,79	61,09	-201,23	160,35	-368,86	94,62	-325,83
	0310	Álcool	-3,35	-3,96	2,99	-12,24	4,43	8,27	0,34	-7,99	-19,27	11,03
Mineração e Pelotização	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	40,85	20,19	1,06	17,13	-3,54	-13,54	-10,03	2,46	77,62	-27,48
	0202	Minério de ferro	6,98	17,03	1,95	9,16	30,33	-9,21	-7,39	-15,75	33,13	5,66
Alimentos e Bebidas	0203	Outros indústria extrativa	-3,06	-0,55	-0,65	1,55	-1,85	-1,09	6,73	-9,24	-3,97	-5,22
	0301	Alimentos e Bebidas	165,18	-138,78	6,60	120,13	199,86	-23,60	16,88	-204,34	144,18	-24,13
Têxtil	0302	Produtos do fumo	28,65	-29,08	-20,76	-6,63	-15,90	15,49	-2,99	6,85	-26,21	4,23
	0303	Têxtes	4,54	-5,14	-2,61	-0,32	0,48	-1,82	-1,67	-3,89	-4,13	-6,99
Papel e Celulose	0304	Artigos do vestuário e acessórios	9,90	-13,18	-5,00	0,57	10,30	2,87	6,52	1,10	-7,99	22,86
	0305	Artefatos de couro e calçados	11,06	2,54	-2,85	-2,17	-2,51	0,00	11,89	-8,48	8,20	1,47
	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	2,75	3,55	-5,41	-1,36	-6,07	-1,75	6,14	-0,80	0,97	-0,59
Química	0307	Celulose e produtos de papel	-4,54	2,38	3,88	-3,03	-20,73	1,26	10,63	-8,37	-1,72	-17,36
	0308	Jornais, revistas, discos	-3,03	-2,37	-1,83	-0,42	-4,74	-1,51	4,35	0,52	-7,12	-1,44
	0311	Produtos químicos	6,30	-3,90	4,26	1,88	-0,48	-12,01	7,74	-14,02	9,12	-17,71
Cimento	0312	Fabricação de resina e elastômeros	-3,87	-1,17	3,07	4,90	2,86	-1,55	-1,88	-8,68	0,95	-9,14
	0313	Produtos farmacêuticos	17,69	-9,73	10,34	-24,51	-1,10	3,15	-1,36	-14,67	-6,27	-13,63
	0314	Defensivos agrícolas	0,37	0,21	-1,74	4,59	-2,22	-0,13	-0,36	0,11	3,27	-5,40
Cerâmica	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	-19,05	0,99	-4,67	-5,59	-6,55	4,83	6,87	-7,39	-30,80	-1,97
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,69	-0,24	-0,35	-0,51	0,83	-0,55	-0,25	-2,51	0,50	-2,14
	0317	Produtos e preparados químicos diversos	1,61	0,74	-0,34	-0,57	-0,99	0,17	0,11	-1,44	1,76	-2,61
Ferrofundas, Ferro Gusa e Aço	0318	Artigos de borracha e plástico	-1,74	0,99	4,61	0,23	1,44	-0,61	1,21	-5,69	4,63	-3,56
	0319	Cimento	-0,22	-0,14	0,74	-0,97	-1,49	0,82	-2,31	-1,08	-0,54	-3,91
	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	-0,10	-2,41	1,06	-1,69	0,04	0,96	0,34	-2,11	-3,08	-0,44
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0321	Fabricação de aço e derivados	-10,40	21,45	11,03	48,11	8,69	-15,05	16,45	-5,68	57,12	5,00
	0322	Metalmecânica de metais não-ferrosos	0,84	7,23	-3,28	-5,10	9,38	6,49	0,72	-18,80	0,90	1,41
	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	7,57	2,88	-5,56	-1,86	13,80	-8,34	12,27	-5,19	2,64	15,06
Outras Indústrias	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	12,91	6,46	-9,35	-14,67	-10,50	20,83	8,40	-20,17	-0,17	3,32
	0325	Eletrodomésticos	-1,93	-0,98	6,19	0,77	-5,83	2,25	-0,07	-8,67	5,32	-11,98
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	8,26	-2,02	-25,97	-5,30	1,84	-8,26	-9,50	15,44	-32,15	-1,84
Comercial	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	3,86	8,82	-3,99	-3,09	2,20	-1,89	0,66	-5,28	4,11	-3,31
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	23,47	-22,88	0,67	11,07	30,87	-9,87	-14,70	-7,92	12,24	-3,35
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	2,89	5,60	-2,60	-4,73	1,05	-3,12	2,08	-3,82	2,10	-3,88
Transporte Total	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	-191,23	-82,50	-63,11	228,62	-234,21	212,88	78,14	33,07	-142,52	77,99
	0331	Caminhões e ônibus	-2,72	-0,53	-14,97	-8,93	-22,94	-5,46	4,24	19,98	-30,36	-7,18
	0332	Pegas e acessórios para veículos automotores	0,94	3,04	-3,28	5,29	6,36	1,97	0,81	-3,67	5,86	5,79
Público	0333	Outros equipamentos de transporte	10,14	1,86	-4,18	-12,03	4,03	6,08	-3,59	-30,15	0,10	-22,49
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	-1,19	-0,50	-1,90	-4,90	-2,03	-5,66	7,94	0,03	-8,70	0,27
	0501	Construção	-31,98	36,52	-67,35	-8,93	17,27	-25,88	41,42	-46,34	-76,65	-10,20
Comercial	0601	Comércio	64,21	22,06	56,21	32,65	-37,84	-53,63	57,89	25,53	181,12	-17,75
	0801	Serviços de informação	6,90	-14,18	-40,75	2,95	-26,08	-4,46	0,93	-2,63	-14,65	-34,54
	0901	Intermediação financeira e seguros	15,79	37,19	-0,18	-16,76	-19,00	-19,99	-18,79	-21,14	39,65	-86,09
Público	1001	Serviços imobiliários e aluguel	3,65	-5,02	-6,54	-6,65	1,87	3,37	5,37	2,00	-14,10	12,77
	1101	Serviços de manutenção e reparação	-4,62	-2,35	-1,88	-5,65	0,70	-1,18	0,50	-2,29	-15,48	-2,18
	1102	Serviços de alojamento e alimentação	11,57	-9,77	-40,60	-20,94	20,66	9,20	27,88	-28,56	-58,40	33,33
Público	1103	Serviços prestados às empresas	16,15	-3,72	-5,14	-10,62	-10,64	-7,11	-0,53	-3,62	-1,64	-23,66
	1104	Educação mercantil	8,12	2,00	-6,52	9,15	-35,21	6,42	-15,06	-7,34	12,75	-52,35
	1105	Saúde mercantil	28,63	33,89	-12,78	-39,61	-32,63	-6,81	-9,21	-5,69	15,26	-55,65
Público	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	46,36	-71,73	-9,97	-45,74	-0,23	-19,11	-9,52	10,37	-81,42	-19,00
	1107	Serviços domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1201	Educação pública	-37,83	8,59	-15,86	-6,56	9,91	12,25	38,27	22,39	-53,26	83,44
Público	1202	Saúde pública	-0,73	6,22	-13,19	-2,70	-15,02	6,99	6,65	-22,29	-9,32	-23,63
	1203	Administração pública e segurança social	-26,36	-31,12	-29,85	-14,64	22,54	-42,14	19,82	12,76	-103,90	12,22

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito f – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-16,83	-5,19	26,40	-2,19	87,26	72,76	-30,97	-20,02	0,37	133,75
	0102	Pecuária e pesca	-7,12	9,64	5,01	13,82	13,18	-1,31	-18,23	-13,59	21,19	-17,48
Energético	0201	Petróleo e gás natural	1,28	2,09	4,65	-1,78	-3,68	-5,55	-2,48	3,08	5,20	-9,62
	0309	Refino de petróleo e coque	21,53	8,15	-8,69	1,94	-7,69	-1,08	-13,78	22,19	19,59	1,28
	0310	Alcool	-0,45	-0,12	1,42	0,08	2,84	3,27	-2,30	-0,90	1,53	5,36
Mineração e Pelotização	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	9,73	2,20	3,84	-1,37	-4,18	-3,50	-3,24	4,88	12,58	-6,82
	0202	Minério de ferro	2,77	2,26	7,39	-2,87	-1,11	-6,26	2,10	-7,79	9,48	-10,75
Alimentos e Bebidas	0203	Outros da indústria extrativa	0,90	0,31	1,04	-0,23	-1,00	-0,69	-0,71	0,94	2,55	-2,37
	0301	Alimentos e Bebidas	9,25	25,49	49,15	8,47	70,61	27,50	-68,36	-0,62	91,77	38,44
Têxtil	0302	Produtos do fumo	1,53	0,99	3,01	-0,60	6,20	4,96	-3,51	-0,11	4,42	7,39
	0303	Têxteis	2,43	1,29	1,92	-0,48	0,55	0,25	-1,65	1,20	4,97	-0,02
Papel e Celulose	0304	Artigos do vestuário e acessórios	4,99	2,63	3,52	-0,91	-0,77	-1,35	-2,62	2,93	9,39	-2,64
	0305	Artefatos de couro e calçados	4,36	2,77	4,06	-0,85	-0,90	-1,75	-3,01	2,57	10,62	-3,41
	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,82	0,51	1,73	-0,26	0,91	0,44	-1,18	0,40	3,13	0,33
Química	0307	Celulose e produtos de papel	2,39	1,60	3,09	-0,48	1,59	-0,13	-2,73	1,78	6,75	0,36
	0308	Jornais, revistas, discos	1,74	0,92	1,24	-0,46	-0,49	-0,82	-1,11	0,84	3,16	-1,63
	0311	Produtos químicos	1,25	1,61	1,69	-0,30	-1,24	-0,98	-1,68	1,82	4,01	-1,86
Cimento	0312	Fabricação de resina e elastômeros	0,85	0,52	0,59	-0,51	-0,73	-0,55	-0,45	1,15	2,17	-0,47
	0313	Produtos farmacêuticos	4,52	2,67	3,54	-0,96	-2,14	-2,78	-2,47	2,76	8,81	-4,83
Cerâmica	0314	Defensivos agrícolas	0,20	0,10	0,37	-0,21	-0,07	-0,05	-0,11	0,26	0,74	-0,23
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	2,46	1,59	3,31	-0,72	-1,10	-0,91	-3,03	2,30	7,57	-2,91
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,39	0,24	0,32	-0,07	-0,19	-0,18	-0,26	0,31	0,81	-0,35
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0317	Produtos e preparados químicos diversos	0,48	0,26	0,54	-0,04	-0,34	-0,31	-0,30	0,35	1,31	-0,68
	0318	Artigos de borracha e plástico	1,42	0,74	1,08	-0,28	-0,97	-0,89	-0,91	1,19	3,00	-1,63
Cimento	0319	Cimento	0,31	0,06	0,15	-0,03	-0,03	-0,25	0,00	0,28	0,44	-0,02
	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	1,03	0,45	0,79	-0,24	-0,49	-0,55	-0,56	0,79	1,99	-0,79
Outras Indústrias	0321	Fabricação de aço e derivados	5,38	2,56	5,62	-3,22	-3,48	-5,20	-3,71	3,68	11,19	-8,29
	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	2,41	1,24	2,03	-0,65	-1,63	-2,21	-2,17	2,58	5,49	-3,33
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	3,65	1,75	2,56	-0,98	-1,82	-2,34	-2,10	2,99	6,96	-4,42
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	9,47	5,43	8,75	-2,88	-6,47	-8,34	-7,02	9,86	22,15	-16,37
Outras Indústrias	0325	Eletrodomésticos	2,65	1,11	1,65	-0,72	-1,43	-1,81	-1,54	1,91	5,74	-2,81
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	2,14	1,03	1,25	-0,44	-1,15	-1,88	-1,91	2,67	4,39	-2,80
Comercial	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,93	1,23	1,84	-0,50	-1,33	-1,60	-1,49	2,41	4,86	-2,85
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	6,80	3,75	2,97	-1,54	-3,91	-4,94	-3,56	3,86	12,94	-6,31
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	1,34	0,88	1,35	-0,42	-0,87	-1,01	-0,81	1,09	3,06	-1,75
Transporte Total	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	14,01	8,03	12,39	-4,52	-8,30	-11,54	-10,00	13,77	30,31	-19,81
	0331	Caminhões e ônibus	2,93	1,55	2,57	-0,98	-2,63	-3,26	-2,52	3,79	8,18	-6,13
Público	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	2,18	1,19	2,43	-0,70	-1,81	-1,97	-1,49	2,17	5,71	-3,51
	0333	Outros equipamentos de transporte	2,42	1,76	2,14	-1,06	-1,71	-2,07	-2,05	2,82	6,32	-3,85
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	4,60	2,62	3,99	-1,14	-1,60	-2,07	-2,97	3,25	10,41	-3,98
Público	0501	Construção	27,24	13,31	19,15	-6,29	-9,40	-12,93	-11,29	17,80	50,27	-19,34
	0601	Comércio	34,86	18,29	26,54	-8,58	-19,59	-24,12	-21,83	31,15	75,14	-43,83
Público	0801	Serviços de informação	6,89	7,69	10,83	-1,63	-3,21	-3,63	-2,91	4,09	13,01	-6,63
	0901	Intermediação financeira e seguros	7,13	3,63	6,42	-1,85	-4,20	-3,98	-3,35	5,31	15,78	-6,15
Público	1001	Serviços imobiliários e aluguel	2,19	1,18	2,24	-0,53	-0,15	-1,05	-1,08	1,55	4,76	-0,89
	1101	Serviços de manutenção e reparação	1,65	0,70	0,97	-0,31	-0,54	-0,65	-0,59	0,75	2,84	-1,04
	1102	Serviços de alojamento e alimentação	5,31	5,24	9,62	-0,22	6,07	1,36	-11,05	2,76	19,35	0,96
Público	1103	Serviços prestados às empresas	3,11	1,88	2,63	-0,78	-1,43	-1,72	-1,58	2,08	5,90	-3,11
	1104	Educação mercantil	4,78	2,70	3,78	-1,14	-2,05	-2,56	-2,47	2,63	10,14	-4,00
Público	1105	Saúde mercantil	10,14	6,27	9,66	-2,66	-4,74	-5,74	-5,62	6,39	22,05	-9,77
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	18,78	9,54	13,00	-3,34	-5,42	-8,35	-9,26	9,93	34,73	-13,89
	1107	Serviços domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Público	1201	Educação pública	4,72	2,22	3,39	-0,88	-1,44	-2,24	-3,10	3,60	9,61	-4,21
	1202	Saúde pública	5,86	3,47	5,15	-1,50	-3,04	-4,10	-4,14	4,51	13,15	-6,47
Público	1203	Administração pública e segurança social	18,36	12,78	12,58	-4,04	-8,65	-9,17	-10,88	12,70	39,15	-17,96

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito u – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-27,06	-66,20	-22,04	2,47	106,98	-153,50	63,17	166,46	25,00	188,09
	0102	Pecuária e pesca	0,89	53,89	4,14	-15,59	-75,56	27,49	-42,49	-49,96	46,30	-140,71
Energético	0201	Petróleo e gás natural	32,38	75,35	-0,59	-7,78	1,33	9,19	47,99	-20,20	124,29	28,60
	0309	Refino de petróleo e coque	206,63	-65,81	-499,36	188,39	8,52	409,10	-402,54	618,26	-176,64	581,62
	0310	Álcool	-27,80	-5,09	12,94	9,99	-5,50	9,63	18,61	32,52	-7,02	46,37
Mineração e Pelotização	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	-14,01	-28,40	6,54	-2,36	-5,54	6,70	1,17	9,36	-34,09	12,92
	0202	Minério de ferro	-33,71	-69,52	-8,87	-4,44	52,06	124,21	83,36	-226,46	-119,56	53,76
Alimentos e Bebidas	0203	Outros da indústria extrativa	9,21	-2,17	2,84	12,29	-7,57	5,41	10,74	-0,98	18,71	13,86
	0301	Alimentos e Bebidas	-195,41	190,73	78,96	-203,65	-275,23	-73,34	407,95	48,81	-87,24	57,67
Têxtil	0302	Produtos do fumo	-19,58	31,43	37,47	57,40	15,50	-49,85	-1,17	-27,10	101,96	-65,45
	0303	Têxteis	-2,24	-16,11	6,90	7,27	-13,30	0,03	9,43	-4,13	-6,87	-5,50
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	-11,95	-0,47	-17,86	-3,71	-17,14	-18,91	4,24	-3,51	-34,91	-36,87
Papel e Celulose	0305	Artefatos de couro e calçados	-32,80	-21,20	-3,51	13,66	-26,83	2,11	-6,28	-34,93	-45,64	-71,71
	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	-7,44	-0,49	5,51	21,06	-12,69	-9,39	-10,72	-24,29	10,14	-62,62
	0307	Celulose e produtos de papel	6,47	-14,13	3,28	3,91	43,46	-2,39	6,79	-9,74	-1,40	50,13
Química	0308	Jornais, revistas, discos	12,05	0,48	-1,07	-2,65	6,50	5,11	-10,12	-3,95	5,59	-2,61
	0311	Produtos químicos	-42,52	16,71	-2,03	-13,36	18,33	10,16	24,96	-37,32	-46,58	15,34
Cimento	0312	Fabricação de resina e elastômeros	-0,28	1,64	2,59	-10,18	-3,67	6,39	4,17	-2,82	-1,14	4,45
	0313	Produtos farmacêuticos	12,31	-25,18	4,57	7,04	-3,52	-6,36	1,79	34,28	-1,68	24,80
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0314	Defensivos agrícolas	-3,16	-0,17	4,45	-5,70	4,44	-12,58	14,28	-10,74	-2,65	4,81
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	-6,47	6,41	46,08	-7,52	21,81	11,15	3,43	-10,13	42,06	27,46
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-6,76	0,05	0,56	0,09	-2,79	2,56	0,88	-1,29	-6,40	1,41
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0317	Produtos e preparados químicos diversos	-8,39	-3,80	0,19	6,16	-2,64	-5,22	0,16	3,76	-8,57	-8,96
	0318	Artigos de borracha e plástico	-15,12	7,30	-5,74	-1,11	-3,10	-0,13	1,94	-1,92	-35,35	-3,02
Cimento	0319	Cimento	0,61	-5,28	-2,14	3,34	5,94	3,05	1,59	0,84	-4,65	11,28
	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	-2,32	-3,23	1,46	1,13	-5,36	4,40	-1,45	-13,62	-5,75	-4,73
Outras Indústrias	0321	Fabricação de aço e derivados	7,47	-31,13	-4,36	-87,87	37,41	29,09	-40,22	-48,53	-104,30	17,43
	0322	Metalmecânica de metais não-ferrosos	-22,91	-12,14	1,45	15,56	-5,54	30,31	4,14	-16,02	-24,51	16,81
Transporte Total	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	2,17	-16,24	0,07	18,93	-25,90	8,47	2,82	-0,36	3,27	-17,46
	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	6,70	4,38	25,60	89,16	-29,97	-29,50	72,99	-5,43	108,44	11,13
Comercial	0325	Eletrodomésticos	-14,46	-12,20	7,07	11,13	7,16	-7,11	4,78	-10,78	-11,37	-4,36
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-36,37	-5,45	46,09	8,42	20,29	41,11	18,11	-31,52	23,05	56,24
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-2,62	-29,41	-6,87	-0,70	4,24	8,60	4,75	12,37	-37,43	29,74
Público	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-61,11	12,06	-18,29	15,38	4,37	3,72	-25,10	-43,58	-49,51	-68,89
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-0,65	5,58	-1,58	5,62	-7,88	-2,91	-2,35	-0,32	7,96	-12,97
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	424,23	142,84	81,35	-319,88	342,06	-276,51	-48,45	-114,80	388,48	-77,97
Público	0331	Caminhões e ônibus	4,93	4,19	42,77	69,85	42,16	-23,67	1,96	8,31	122,39	25,86
	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	-22,85	0,39	8,10	-4,20	0,60	-17,13	19,99	-20,73	-12,69	-30,13
Público	0333	Outros equipamentos de transporte	-7,72	-13,99	0,43	72,72	-40,14	-10,58	21,12	38,01	39,12	16,15
	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	-7,57	-14,39	7,51	14,32	-14,78	7,43	0,26	-19,78	-3,81	-29,10
Público	0501	Construção	-65,68	-57,88	-79,23	-10,75	-78,67	-2,73	-70,72	18,53	-212,54	-146,04
	0601	Comércio	-57,76	-83,86	-47,86	64,76	-45,91	92,29	42,86	-36,43	-137,69	61,00
Público	0801	Serviços de informação	53,33	-4,04	21,15	-15,75	-15,22	-10,78	-1,83	16,25	45,73	-12,86
	0901	Intermediação financeira e seguros	-38,58	-21,16	-2,11	28,68	-32,97	17,50	11,01	12,83	-37,63	13,31
Comercial	1001	Serviços imobiliários e aluguel	-0,58	0,05	1,62	3,12	-3,41	1,26	0,06	-6,58	4,25	-8,55
	1101	Serviços de manutenção e reparação	7,81	5,89	0,52	1,81	-2,41	0,95	2,04	3,49	-10,09	-2,81
	1102	Serviços de aluguelamento e alimentação	-61,69	-13,60	75,71	-20,90	-6,03	20,78	11,01	-20,66	-22,52	9,55
Público	1103	Serviços prestados às empresas	-6,77	-2,28	-10,82	1,66	1,33	9,46	11,30	-3,89	-15,30	20,73
	1104	Educação mercantil	14,15	1,88	-0,63	17,84	-9,12	1,09	-12,59	-9,89	32,91	-33,31
Público	1105	Saúde mercantil	-11,23	22,25	5,50	16,59	-20,09	-5,73	-10,68	-18,68	27,86	-57,77
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	-15,10	-16,09	-11,24	6,71	-11,62	13,93	8,65	-13,64	-31,01	-2,52
Público	1107	Serviços domésticos	-0,05	0,06	-0,02	0,12	-0,06	0,01	-0,05	-0,09	0,09	-0,25
	0701	Transporte, armazenagem e correio	-583,85	189,36	-189,43	-31,14	-878,64	429,07	227,79	-400,66	-672,51	-635,76
Público	1201	Educação pública	-2,66	-8,23	8,35	1,13	-7,26	-0,48	-13,07	-6,46	-1,16	-28,39
	1202	Saúde pública	15,36	-3,15	15,39	-3,95	0,64	23,78	-5,93	-1,68	24,54	17,08
Público	1203	Administração pública e seguridade social	-12,09	26,99	-20,88	12,20	-12,91	-0,71	22,37	0,15	5,69	9,87

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito v – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2003	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	148,76	103,00	115,14	9,37	39,86	-68,05	-51,95	108,01	225,45	10,63
	0102	Pecuária e pesca	26,08	-25,49	49,46	-13,09	38,79	-13,01	-1,57	48,17	26,91	67,24
Energético	0201	Petróleo e gás natural	3,96	14,36	6,09	2,24	-14,93	-21,17	-16,10	12,60	21,56	-26,48
	0309	Refino de petróleo e coque	30,71	18,50	4,94	-14,29	4,01	-22,64	-11,99	18,67	32,81	-2,01
	0310	Alcool	6,05	1,83	0,55	-3,53	2,70	-4,40	-4,17	6,34	6,08	0,27
	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	9,26	1,51	0,56	-11,84	10,34	-5,83	-3,82	8,83	-0,11	9,36
Mineração e Pelotização	0202	Minério de ferro	45,29	39,41	11,26	3,15	-1,52	-37,77	-14,56	19,60	105,72	-41,40
	0203	Outros da indústria extrativa	4,48	-2,50	4,32	2,51	0,06	-4,05	0,13	7,38	14,75	-2,73
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	229,41	148,04	45,09	-102,45	102,33	-158,32	-119,13	191,32	281,47	28,90
	0302	Produtos do fumo	11,93	6,93	2,06	-7,25	6,32	-8,56	-6,02	8,22	14,51	0,50
Têxtil	0303	Têxteis	5,50	5,33	1,57	-3,40	3,04	-4,36	-1,60	6,23	12,11	0,40
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	7,34	1,96	0,64	-8,63	7,53	-4,78	-2,61	10,14	1,12	7,95
	0305	Artefatos de couro e calçados	21,87	10,25	5,50	-5,12	1,58	-9,13	-6,89	9,53	34,02	-0,57
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	11,17	9,39	3,98	0,76	0,01	-6,44	-4,43	2,86	31,98	-7,07
	0307	Celulose e produtos de papel	19,47	15,15	4,73	-1,95	2,20	-11,07	-3,60	13,49	40,14	-8,25
	0308	Jornais, revistas, discos	1,83	-1,83	1,18	-3,13	2,58	-1,99	-1,38	2,93	0,64	2,55
	0311	Produtos químicos	12,21	10,11	3,22	0,51	0,11	-6,69	-5,10	3,73	29,90	-7,93
Química	0312	Fabricação de resina e elastômeros	4,33	4,36	1,52	2,79	-3,22	-4,13	1,68	5,32	12,97	-1,16
	0313	Produtos farmacêuticos	8,55	2,64	0,90	-9,39	6,75	-5,56	-3,92	7,80	3,24	5,93
	0314	Defensivos agrícolas	1,29	0,75	0,94	1,29	0,09	-0,58	-0,53	5,22	2,96	2,03
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	5,51	-1,41	2,65	-6,52	4,36	-5,29	-4,08	8,34	2,53	5,71
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,98	0,19	0,70	-0,61	0,51	-0,63	0,84	1,67	1,71	0,07
	0317	Produtos e preparados químicos diversos	3,77	1,75	0,97	0,07	-2,86	-1,58	-1,14	0,87	8,33	-0,62
	0318	Artigos de borracha e plástico	6,32	2,69	1,56	-1,24	1,28	-3,78	-2,99	2,94	14,50	-2,86
	0319	Cimento	-0,38	0,20	0,05	-0,36	0,36	-0,69	-0,35	0,53	0,48	0,20
Cerâmica	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	4,19	4,86	1,48	0,09	0,13	-2,99	2,85	6,84	13,72	-3,22
	0321	Fabricação de aço e derivados	36,03	34,00	11,24	3,08	-1,04	-28,73	-6,53	35,85	100,16	-33,20
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0322	Metallurgia de metais não-ferrosos	18,26	14,49	4,36	1,57	-1,80	-11,11	-5,71	11,37	42,99	-11,80
	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1,56	2,62	2,06	0,53	6,53	0,24	3,71	12,04	8,90	21,48
Outras Indústrias	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	21,37	11,57	8,78	-2,27	23,93	-1,52	14,68	40,72	48,83	71,10
	0325	Eletrodomésticos	4,63	1,29	0,49	-3,29	4,60	-3,32	-0,89	5,15	3,25	4,05
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3,47	-0,09	1,29	-0,80	4,69	1,51	4,66	8,02	4,35	17,35
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	8,14	5,45	2,21	-0,71	0,72	-3,16	0,78	8,75	15,27	7,35
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	15,86	10,84	4,27	-3,77	8,62	-4,99	0,02	10,39	23,19	21,00
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	2,66	1,10	0,93	-1,40	3,47	-0,41	1,22	3,64	3,73	7,05
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	33,74	16,95	8,38	-17,87	17,63	-16,51	-1,20	43,97	44,52	49,56
	0331	Caminhões e ônibus	7,16	2,07	2,66	-0,80	9,71	-3,10	1,62	12,39	18,38	26,79
	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	14,68	7,22	10,85	8,28	-14,50	-8,84	-6,38	16,41	36,00	-1,14
	0333	Outros equipamentos de transporte	16,47	6,58	11,24	-0,34	2,54	-6,49	0,41	9,52	39,78	-5,63
Comercial	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	9,94	1,30	1,85	-7,71	8,78	-4,08	-1,67	9,88	9,09	15,10
	0501	Construção	29,02	-9,32	13,75	-8,14	64,31	25,29	40,03	53,51	22,93	192,02
Transporte Total	0601	Comércio	69,26	34,35	13,76	-43,63	49,39	-41,81	-18,43	85,22	83,71	74,55
	0801	Serviços de informação	10,93	4,26	1,48	-13,04	10,55	-6,01	-4,06	9,15	1,08	9,07
	0901	Intermediação financeira e seguros	13,39	2,84	0,89	-15,96	12,93	-7,56	-5,12	10,37	2,54	10,27
	1001	Serviços imobiliários e aluguel	4,17	0,73	0,28	-4,63	3,89	-2,32	-1,66	4,06	0,27	3,91
	1101	Serviços de manutenção e reparação	2,75	0,36	0,13	-2,35	1,90	-1,13	-0,79	1,76	0,03	1,68
	1102	Serviços de alojamento e alimentação	39,94	17,37	5,74	-22,49	19,84	-21,07	-16,33	29,15	38,15	8,91
	1103	Serviços prestados às empresas	15,67	12,11	3,22	-1,88	2,15	-6,07	-4,77	5,15	25,27	-4,79
	1104	Educação mercantil	7,65	1,31	0,53	-10,70	8,67	-4,72	-3,09	6,21	0,14	7,36
	1105	Saúde mercantil	15,23	7,44	-1,77	-18,08	16,64	-10,70	-9,17	10,59	5,59	6,48
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	12,98	49,48	-13,29	-5,23	17,54	-8,09	-35,38	16,64	36,79	-10,07
Público	1107	Serviços domésticos	0,05	0,01	0,00	-0,09	0,06	-0,03	-0,02	0,04	0,00	0,06
	0701	Transporte, armazenagem e correio	626,72	234,98	79,24	-489,91	441,80	-378,01	-229,28	562,04	514,93	375,25
	1201	Educação pública	6,37	7,02	-4,42	1,86	2,28	-6,45	-7,81	-12,24	10,99	-23,35
1202	1202	Saúde pública	7,39	8,93	-5,81	2,26	3,59	-9,04	-10,15	-12,75	13,32	-27,33
	1203	Administração pública e segurança social	26,88	30,95	-18,55	7,36	10,73	-26,94	-28,54	-39,93	45,92	-87,88

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito Y – mil tep – 2000-2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-15,52	26,04	7,05	60,46	31,96	43,38	75,65	49,96	69,34	227,30
	0102	Pecuária e pesca	-9,17	14,02	3,63	30,47	16,79	24,29	42,90	26,88	37,61	115,17
Energético	0201	Petróleo e gás natural	-0,46	1,59	0,63	6,20	4,48	7,05	11,86	8,04	3,62	30,76
	0309	Refino de petróleo e coque	-4,51	7,07	1,63	14,38	9,75	14,65	22,89	12,78	18,23	56,01
	0310	Álcool	-1,07	1,28	0,34	2,95	1,66	2,89	6,17	4,35	4,42	15,26
	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	-2,27	3,77	0,94	8,26	4,77	6,32	10,04	6,36	9,48	30,54
Mineração e Pelotização	0202	Minério de ferro	-2,29	3,76	1,05	9,95	6,85	12,28	23,01	12,45	10,71	44,34
	0203	Outros da indústria extrativa	-0,37	0,59	0,16	1,91	1,07	1,47	3,19	2,24	2,10	9,33
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	-35,33	55,36	14,79	133,03	77,54	112,70	195,93	123,07	156,68	521,82
	0302	Produtos do fumo	-1,62	2,66	0,71	6,96	4,38	6,02	9,74	5,65	7,98	26,58
Têxtil	0303	Têxteis	-1,22	1,70	0,44	4,02	2,19	2,88	5,08	3,12	5,09	14,39
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	-2,16	3,13	0,75	6,23	3,57	4,97	8,61	5,61	8,50	24,13
	0305	Artefatos de couro e calçados	-2,25	3,42	0,90	8,02	4,35	5,60	9,79	5,62	10,00	26,23
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,63	1,13	0,34	3,54	2,04	2,35	3,57	1,81	3,57	10,10
	0307	Celulose e produtos de papel	-1,46	2,27	0,66	6,12	3,63	5,20	9,35	5,92	6,90	24,13
	0308	Jornais, revistas, discos	-0,74	1,12	0,28	2,47	1,43	2,05	3,45	2,06	3,04	9,03
	0311	Produtos químicos	-0,71	1,10	0,33	2,96	1,78	2,54	4,20	2,39	3,50	10,35
Química	0312	Fabricação de resina e elastômeros	-0,30	0,42	0,14	1,63	0,92	1,32	2,38	1,25	1,79	5,66
	0313	Produtos farmacêuticos	-2,08	3,05	0,79	6,99	3,79	5,41	9,20	5,48	8,37	24,13
	0314	Defensivos agrícolas	-0,11	0,16	0,05	0,60	0,22	0,23	0,45	0,57	0,74	2,71
	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	-1,42	1,87	0,60	5,97	3,39	5,20	9,70	5,86	7,24	22,90
Cimento	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,18	0,26	0,07	0,61	0,32	0,45	0,90	0,53	0,77	2,10
	0317	Produtos e preparados químicos diversos	-0,25	0,37	0,11	0,96	0,58	0,60	0,94	0,56	1,24	3,55
Cerâmica	0318	Artigos de borracha e plástico	-0,69	0,94	0,26	2,48	1,37	1,93	3,33	1,95	3,04	8,69
	0319	Cimento	-0,13	0,13	0,03	0,28	0,20	0,38	0,59	0,37	0,42	1,35
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	-0,40	0,56	0,16	1,56	0,85	1,12	2,22	1,28	1,70	4,74
	0321	Fabricação de aço e derivados	-1,94	3,29	1,07	10,52	6,50	9,50	15,31	9,40	10,39	37,56
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	-0,87	1,39	0,41	3,84	2,28	3,95	7,70	4,19	4,44	15,52
	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-1,35	1,95	0,50	4,67	2,86	4,16	7,64	5,20	5,82	20,83
Outras Indústrias	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-3,69	6,06	1,74	17,00	10,03	14,04	26,68	18,14	18,38	73,28
	0325	Eletrodomésticos	-1,01	1,26	0,34	3,79	2,30	3,28	5,67	3,23	4,87	14,01
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,86	1,08	0,28	2,56	1,76	3,32	6,82	4,25	3,79	13,78
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-1,09	1,62	0,40	3,18	1,90	2,96	5,37	3,66	4,19	14,45
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-2,60	3,56	0,88	8,21	5,70	8,35	12,52	6,28	11,68	29,08
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-0,55	0,96	0,28	2,40	1,34	1,77	2,96	1,83	2,61	8,35
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	-5,48	9,02	2,48	22,88	13,57	19,57	36,44	23,39	25,90	94,20
	0331	Caminhões e ônibus	-1,15	1,76	0,52	6,07	4,22	5,71	9,21	6,49	6,85	29,45
	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	-0,93	1,43	0,44	4,48	2,72	3,47	5,55	3,71	4,81	16,60
	0333	Outros equipamentos de transporte	-0,95	1,61	0,44	4,72	3,10	3,94	7,18	4,59	5,26	20,81
Comercial	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	-2,25	3,23	0,85	7,74	4,33	5,99	10,51	6,47	9,85	28,70
	0501	Construção	-11,83	16,74	4,03	32,72	18,63	26,35	46,18	29,05	47,21	125,74
Transporte Total	0601	Comércio	-13,04	19,75	5,32	50,77	29,85	42,07	75,15	48,80	60,63	209,12
	0801	Serviços de informação	-2,56	8,54	2,17	9,52	4,97	6,29	10,29	6,51	10,56	32,21
	0901	Intermediação financeira e seguros	-3,07	4,62	1,27	11,59	6,17	7,86	12,89	7,54	14,30	37,97
	1001	Serviços imobiliários e aluguel	-0,99	1,50	0,39	3,31	1,80	2,54	4,59	2,84	4,13	12,13
	1101	Serviços de manutenção e reparação	-0,67	0,83	0,20	1,65	0,88	1,22	2,11	1,24	2,52	5,41
	1102	Serviços de alojamento e alimentação	-6,53	9,58	2,50	20,53	11,37	17,54	32,81	20,31	26,21	78,76
	1103	Serviços prestados às empresas	-1,21	2,07	0,54	4,41	2,31	3,11	5,53	3,43	4,99	15,38
	1104	Educação mercantil	-1,85	3,05	0,81	7,53	4,01	5,13	8,26	4,38	8,66	23,59
	1105	Saúde mercantil	-4,14	7,05	2,00	17,03	8,90	11,71	19,21	11,10	18,96	54,24
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	-7,70	11,39	2,78	23,17	13,07	18,67	30,91	18,45	30,40	83,20
Público	1107	Serviços domésticos	-0,01	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,07	0,18
	1201	Educação pública	-2,24	3,21	0,84	6,99	3,99	5,92	11,38	7,65	9,66	30,05
	1202	Saúde pública	-2,57	4,18	1,14	10,31	5,84	8,34	14,89	8,24	12,07	36,38
	1203	Administração pública e segurança social	-9,27	14,24	3,61	30,66	18,10	24,71	41,86	25,92	40,36	115,73

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeito P (indireto) – mil tep – 2000-

2008

Setor	Código	Subsetor	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Agropecuária	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	22,42	21,41	18,97	16,57	14,76	14,31	15,84	19,94	74,53	72,81
	0102	Pecuária e pesca	13,25	11,53	9,76	8,35	7,76	8,02	8,98	10,73	40,42	36,90
Energético	0201	Petróleo e gás natural	0,66	1,31	1,69	1,70	2,07	2,33	2,48	3,21	3,89	9,85
	0309	Refino de petróleo e coque	6,52	5,81	4,39	3,94	4,50	4,84	4,79	5,10	19,60	17,94
	0310	Álcool	1,55	1,05	0,91	0,81	0,77	0,95	1,29	1,74	4,75	4,89
	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	3,27	3,10	2,53	2,26	2,21	2,08	2,10	2,54	10,19	9,78
Mineração e Pelotização	0202	Minério de ferro	3,30	3,09	2,83	2,73	3,17	4,05	4,82	4,97	11,52	14,20
	0203	Outros da indústria extractiva	0,54	0,48	0,43	0,52	0,50	0,48	0,67	0,89	2,25	2,99
Alimentos e Bebidas	0301	Alimentos e Bebidas	51,04	45,52	39,77	36,46	35,82	37,19	41,03	49,13	168,40	167,16
	0302	Produtos do fumo	2,34	2,19	1,91	1,91	2,02	1,99	2,04	2,26	8,57	8,51
Têxtil	0303	Têxteis	1,76	1,40	1,19	1,10	1,01	0,95	1,06	1,24	5,47	4,61
	0304	Artigos do vestuário e acessórios	3,12	2,57	2,03	1,71	1,65	1,64	1,80	2,24	9,14	7,73
	0305	Artefatos de couro e calçados	3,25	2,81	2,41	2,20	2,01	1,85	2,05	2,25	10,75	8,40
Papel e Celulose	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,91	0,93	0,93	0,97	0,94	0,78	0,75	0,72	3,84	3,23
	0307	Celulose e produtos de papel	2,11	1,87	1,76	1,68	1,68	1,72	1,96	2,36	7,42	7,73
	0308	Jornais, revistas, discos	1,08	0,92	0,76	0,68	0,66	0,68	0,72	0,82	3,27	2,89
Química	0311	Produtos químicos	1,02	0,90	0,89	0,81	0,82	0,84	0,88	0,95	3,77	3,32
	0312	Fabricação de resina e elastômeros	0,43	0,35	0,39	0,45	0,43	0,43	0,50	0,50	1,92	1,81
	0313	Produtos farmacêuticos	3,01	2,50	2,13	1,91	1,75	1,79	1,93	2,19	9,00	7,73
	0314	Defensivos agrícolas	0,15	0,13	0,13	0,16	0,10	0,08	0,09	0,23	0,79	0,87
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	2,05	1,54	1,62	1,64	1,56	1,72	2,03	2,34	7,78	7,34
	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,27	0,21	0,19	0,17	0,15	0,15	0,19	0,21	0,83	0,67
	0317	Produtos e preparados químicos diversos	0,36	0,31	0,28	0,26	0,27	0,20	0,20	0,22	1,34	1,14
	0318	Artigos de borracha e plástico	0,99	0,77	0,71	0,68	0,63	0,64	0,70	0,78	3,27	2,78
Cimento	0319	Cimento	0,19	0,11	0,08	0,08	0,09	0,12	0,12	0,15	0,46	0,43
Cerâmica	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,58	0,46	0,44	0,43	0,39	0,37	0,47	0,51	1,83	1,52
Ferroligas, Ferro Gusa e Aço	0321	Fabricação de aço e derivados	2,81	2,70	2,87	2,88	3,00	3,14	3,21	3,75	11,17	12,03
Não-Ferrosos e Outros Metálicos	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,26	1,14	1,10	1,05	1,06	1,30	1,61	1,67	4,77	4,97
	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1,96	1,61	1,35	1,28	1,32	1,37	1,60	2,08	6,25	6,67
Outras Indústrias	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	5,34	4,98	4,67	4,66	4,63	4,63	5,59	7,24	19,75	23,47
	0325	Eletrodomésticos	1,45	1,04	0,92	1,04	1,06	1,08	1,19	1,29	5,23	4,49
	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,24	0,89	0,75	0,70	0,81	1,10	1,43	1,70	4,07	4,42
	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,58	1,33	1,06	0,87	0,88	0,98	1,12	1,46	4,50	4,63
	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	3,75	2,93	2,35	2,25	2,64	2,76	2,62	2,51	12,55	9,31
	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,79	0,79	0,75	0,66	0,62	0,58	0,62	0,73	2,81	2,67
	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	7,92	7,42	6,67	6,27	6,27	6,46	7,63	9,34	27,84	30,17
	0331	Caminhões e ônibus	1,67	1,45	1,39	1,66	1,95	1,88	1,93	2,59	7,36	9,44
	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	1,34	1,17	1,18	1,23	1,26	1,14	1,16	1,48	5,17	5,32
	0333	Outros equipamentos de transporte	1,37	1,32	1,18	1,29	1,43	1,30	1,50	1,83	5,65	6,67
Transporte Total	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	3,26	2,65	2,27	2,12	2,00	1,98	2,20	2,58	10,59	9,20
	0501	Construção	17,09	13,77	10,83	8,97	8,61	8,70	9,67	11,60	50,74	40,28
Comercial	0601	Comércio	18,84	16,24	14,31	13,92	13,79	13,88	15,74	19,48	65,16	66,99
	0801	Serviços de informação	3,70	7,02	5,83	2,61	2,29	2,08	2,15	2,60	11,35	10,32
	0901	Intermediação financeira e seguros	4,43	3,80	3,43	3,18	2,85	2,59	2,70	3,01	15,37	12,16
	1001	Serviços imobiliários e aluguel	1,43	1,23	1,04	0,91	0,83	0,84	0,96	1,14	4,43	3,89
	1101	Serviços de manutenção e reparação	0,96	0,68	0,54	0,45	0,41	0,40	0,44	0,49	2,71	1,73
	1102	Serviços de alojamento e alimentação	9,43	7,88	6,72	5,63	5,25	5,79	6,87	8,11	28,18	25,23
	1103	Serviços prestados às empresas	1,75	1,71	1,44	1,21	1,07	1,03	1,16	1,37	5,37	4,93
	1104	Educação mercantil	2,67	2,50	2,17	2,06	1,85	1,69	1,73	1,75	9,31	7,56
	1105	Saúde mercantil	5,99	5,80	5,39	4,67	4,11	3,86	4,02	4,43	20,38	17,37
	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	11,12	9,36	7,47	6,35	6,04	6,16	6,47	7,36	32,67	26,65
Público	1107	Serviços domésticos	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07	0,06
	0701	Transporte, armazenagem e correio	171,71	145,84	127,07	115,62	110,36	111,54	125,24	145,70	567,33	507,65
	1201	Educação pública	3,23	2,64	2,25	1,92	1,84	1,95	2,38	3,05	10,38	9,63
Público	1202	Saúde pública	3,72	3,44	3,07	2,83	2,70	2,75	3,12	3,29	12,98	11,65
	1203	Administração pública e segurança social	13,39	11,71	9,71	8,40	8,36	8,15	8,77	10,35	43,38	37,07

Fonte: Elaboração própria

Resultados da Análise de Decomposição Estrutural Anual – Efeitos r e P (direto) – mil tep – 2000-

2008

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2000-2004	2004-2008
Efeito r	175,35	99,68	76,13	487,30	-164,64	93,21	-68,26	47,05	832,59	-95,13
Efeito P (direto)	34,67	31,48	28,60	28,89	29,39	29,57	31,96	35,34	129,52	128,76

Fonte: Elaboração própria