



“Evolução Estrutural do Setor Energético Brasileiro entre 1997 e 2002”

Vinicius de Azevedo Couto Firme
Fernando Salgueiro Perobelli

***TD. Mestrado em Economia Aplicada
FEA/UFJF 008/2008***

Juiz de Fora
2008

Evolução Estrutural do Setor Energético Brasileiro entre 1997 e 2002¹

Vinicius de Azevedo Couto Firme²
Fernando Salgueiro Perobelli³

Resumo

Este trabalho analisa as mudanças estruturais ocorridas no setor energético brasileiro no período 1997 a 2002 e para tal faz uso das matrizes de insumo-produto estimadas por Guilhoto e Sesso (2005). Cabe ressaltar que devido à necessidade de compatibilização dos dados de energia (fluxos físicos) constantes no Balanço Energético Nacional (BEN) e a matriz de insumo-produto para o Brasil, o presente artigo apresentará resultados para 14 setores produtivos. A análise setorial se baseará em duas partes. A primeira será composta por uma análise exploratória do setor via a utilização dos indicadores clássicos de insumo-produto (*i.e* setor-chave, análise dos multiplicados de emprego, renda e produção). Na segunda seção a análise tomará por base o modelo híbrido de insumo-produto. O modelo híbrido permitirá verificar quais os requerimentos direto, indireto e total do setor de energia. Os resultados do presente artigo permitirão melhor entender o setor de energia no Brasil fornecendo indícios sobre a evolução da importância deste setor para a economia brasileira neste período, além de fornecer dados sobre os setores da economia que têm poder de pressionar o consumo interno de energia.

Palavras-chave: Insumo-produto, setor energético, modelos híbridos.

Abstract

This paper analyzes the structural changes in the Brazilian energetic sector during the period 1997 to 2002. In order to reach this aim we use the Guilhoto and Sesso (2005) estimated input-output matrices. In order to make the National Energetic Report and the Input-output matrix compatible we are using a input-output matrix for 14 sectors. The sectoral analysis will be divided in two parts. The first will be composed by an exploratory analysis of energy sector. We will use the classical indicators (*e.g.* key-sector, employment multiplier, income and production multiplier). The second part we will make a requirement analysis (total, direct and indirect) for the energy sector. The results enable the policy makers to better understand the energy sector in Brazil

Key-words: input-output, energetic sector, hybrid models

Área: Metodologia

¹ Os autores agradecem a participação de Joaquim, J.M. Guilhoto pela disponibilização das matrizes de Insumo-Produto para a realização do presente trabalho.

² Mestrando em Economia Aplicada – CMEA/FEA/UFJF.

³ Professor Mestrado em Economia Aplicada – CMEA/FEA/UFJF. Bolsista de Produtividade – CNPq.

Evolução Estrutural do Setor Energético Brasileiro entre 1997 e 2002

Vinicius de Azevedo Couto Firme
Fernando Salgueiro Perobelli

1. Introdução

A energia é um insumo de uso generalizado na economia e, em decorrência disto, sua indisponibilidade pode produzir efeitos econômicos adversos de curto e de longo prazo. Esta carência relativa à disponibilidade de energia pode ser proveniente da falta de planejamento e investimento direcionados ao setor e, mais a longo prazo, da dificuldade em obter novas fontes renováveis de energia⁴. No caso brasileiro, considerando o período de 1996 a 2002, pode-se concluir que, em média, mais de 48% dos recursos energéticos do país são oriundos de recursos não renováveis. Dentre eles, pode-se destacar o petróleo. Produto que responde, em média, por mais de 38% da energia primária do país. No caso das fontes renováveis, pode-se destacar a participação da Energia hidráulica, que manteve uma média de quase 17% da produção total de energia primária do país. Lenha e Produtos da Cana-de-açúcar somados representaram quase 1/3 da energia total produzida no período (TABELA 1).⁵

Tabela 1. Participação no Total da Produção de Energia Primária por Fonte, entre 1996 e 2002.

Energia não Renovável						
Período	Petróleo	Gás Natural	Carvão vapor	Carvão Metalúrgico	Urânio (u3o8)	Total não Renovável
1996	33.00	7.40	1.46	0.07	0.00	41.93
1997	33.43	7.48	1.62	0.04	0.00	42.58
1998	36.54	7.75	1.49	0.01	0.02	45.81
1999	38.67	8.07	1.44	0.01	0.00	48.19
2000	41.64	8.60	1.70	0.01	0.09	52.03
2001	42.68	8.88	1.39	0.01	0.43	53.39
2002	43.13	8.87	1.11	0.04	1.91	55.07
Média	38.44	8.15	1.46	0.03	0.35	48.43
Energia Renovável						
Período	Energia Hidráulica	Lenha	Produtos da Cana-de-açúcar	Outras	Total Renovável	
1996	18.61	17.89	19.05	2.51	58.07	
1997	18.39	16.62	19.90	2.52	57.42	
1998	18.12	15.38	18.20	2.49	54.19	
1999	17.20	15.11	16.79	2.71	51.81	
2000	17.07	15.04	12.97	2.89	47.97	
2001	14.73	14.35	14.58	2.96	46.61	
2002	14.12	13.52	14.51	2.84	44.99	
Média	16.89	15.41	16.57	2.71	51.58	

Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos dados do Balanço Energético Nacional (BEN) – (IPEA [s.d.]), Acesso em 2008.

Este trabalho tem por finalidade analisar a evolução do setor energético entre 1997 e 2002, visando fornecer resultados que possam direcionar um gestor em sua tomada de decisão, no que tange a investimentos direcionados ao setor de energia no

⁴ A possibilidade de investimentos em novas fontes de energia não será tratada neste trabalho.

⁵ Todas as fontes de energia foram convertidas para Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP).

Brasil. Para tanto serão utilizadas ferramentas que permitam obter resultados sobre o impacto deste setor sobre o produto nacional, o emprego e a renda. Além disto, será verificada a ligação deste setor com os demais setores produtivos da economia brasileira, no que diz respeito à oferta e a demanda inter-setorial. Pois, segundo Hirschman (1961), um setor que demanda e é demandado pelos demais setores acima da média apresenta características de um “setor-chave” ao crescimento de uma economia. Por último serão verificados os requerimentos de energia dos setores produtivos brasileiros. Esta última análise permitirá que crescimentos em setores específicos da economia, que apresentem poder de pressão sobre o setor energético, venham acompanhados de maiores investimentos na geração de energia.

2. Setor Energético e o Cenário Econômico Brasileiro⁶

Observando a conjuntura econômica brasileira, desde o período que antecedeu os anos analisados, até o ano de 2002, pode-se verificar que de 1993 a 1997, com a estabilização da economia, estabeleceu-se um novo ciclo de desenvolvimento que elevou os índices de expansão da economia e do consumo de energia. Nesse período o PIB cresceu a 3,9% a.a. e a Oferta Interna de Energia – OIE - cresceu a 4,8% a.a., com os derivados de petróleo apresentando taxa média de crescimento de 7% a.a., a eletricidade de 5,1% a.a. e a biomassa de 2% a.a., correspondendo, respectivamente, a elasticidades de 1,79, 1,31 e 0,52 em relação ao PIB. As taxas de crescimento do consumo da eletricidade residencial e comercial, respectivamente, 8,4% a.a. e 8,6% a.a., da gasolina automotiva, de 13,8% a.a., e do querosene de aviação, de 9,4% a.a., foram os grandes indutores das altas taxas de consumo de energia, por conta da melhor distribuição de renda, proporcionada pelo Plano Real. Nesse período, as exportações de produtos intensivos em energia estagnaram ou regrediram.

Em 1998 e 1999, em razão de sucessivas crises externas, principalmente a crise cambial nos países asiáticos, que acabou contaminando a economia nacional, o governo brasileiro foi obrigado a tomar medidas que levaram a uma forte retração no crescimento econômico, tendo o PIB apresentado um crescimento de apenas 0,13% no ano de 1998 e de 0,81% em 1999. O baixo desempenho da economia teve reflexos no consumo de energia de 1999, notadamente quanto às energias associadas ao uso individual, como o álcool hidratado, com queda de -8,6% no consumo, a gasolina automotiva, com queda de -6,3%, o querosene de aviação, com queda de -6,3% e energia elétrica residencial, com apenas 2,4% de crescimento. Nesse mesmo ano, a OIE cresceu 2%.

Em 2000, após a desvalorização da moeda, ocorrida no ano anterior, a economia demonstrou sinais de recuperação, com o crescimento do PIB de 4,36%, alavancado por desempenhos expressivos dos setores de Comunicação (15,6%), Extrativa Mineral (11,5%) e Indústria de Transformação (4,8%). Em termos de consumo de energia, esse ano mostrou-se atípico, tendo a OIE crescido apenas 0,7%, em razão do fraco desempenho de setores industriais intensivos em energia e também, da continuidade do baixo consumo da energia associada ao uso individual da população.

Em 2001, mais uma vez a economia brasileira se retraiu, resultado do desaquecimento da economia americana, agravada pelos atentados terroristas que

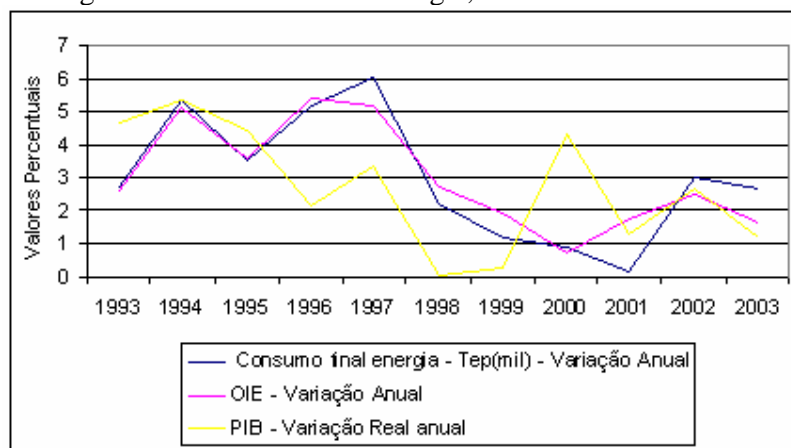
⁶ Esta seção foi baseada nos dados do Balanço Energético Nacional (BEN) do Ministério de Minas e Energia - MME (2006), p.26 e 27.

contaminaram as principais economias mundiais, e também pela crise de abastecimento de eletricidade que se estabeleceu no país. O PIB cresceu 1,42% e a OIE apresentou desempenho um pouco melhor do que no anterior, de 1,7%. O consumo de energia elétrica do país decresceu -6,6%, em decorrência do contingenciamento de carga, com os setores intensivos em energia, como aço, alumínio e ferroligas, sendo bastante afetados. O setor residencial também apresentou significativa retração no consumo, de -11,8%. O ano de 2001 encerrou com um consumo de derivados de petróleo igual ao do ano anterior e com consumo de álcool retraído em -7,9%.

Em 2002, a economia brasileira cresceu 1,52%, um resultado semelhante ao de 2001, tendo no setor agropecuário a melhor performance (5,3%). Em consequência da alta do câmbio e do término do contingenciamento da eletricidade, os setores exportadores voltaram a crescer, tendo reflexos na OIE, que apresentou crescimento de 2,5%, mesmo estando influenciada por desempenhos negativos dos derivados de petróleo, que retraiu -2,7%, e da eletricidade residencial, que regrediu 1,4%.

Um resumo das questões aqui tratadas pode ser observado no Gráfico 1, através deste, pode-se notar que a taxa de variação do consumo final de energia diminuiu após 1997. Neste ano o crescimento auferido foi de mais de 6%, caindo para pouco mais de 2% em 1998, 1.2% em 1999, 0.86% em 2000 e apenas 0.14% em 2001. Este decréscimo acentuado tem forte correlação com a diminuição de consumo observada no setor elétrico. Após 2001, o consumo apresenta uma tímida retomada no crescimento. A Oferta Interna de Energia (OIE) acompanhou a taxa de variação do consumo final de energia até 1996. Em 1997, o consumo de energia superou a oferta interna, no entanto, ambas obtiveram um nível elevado de crescimento. Após 1997, a OIE passou a crescer a taxas decrescentes até o ano de 2000. Em parte devido ao baixo crescimento verificado no PIB brasileiro. Desde 1996 o PIB vinha crescendo a taxas inferiores ao consumo final de energia e à oferta interna, atingindo valores críticos de crescimento em 1998 e 1999. Fato este que pressionou para baixo tanto o consumo quanto a oferta interna de energia. Em 2002, tanto o PIB, quanto a OIE e o consumo interno apresentaram um pequeno crescimento em relação ao ano anterior.

Gráfico 1. Taxa de variação Anual do Produto Interno Bruto (PIB), Oferta Interna de Energia e Consumo Final de Energia, entre 1993 e 2003.



Fonte: O Consumo final de energia foi obtido no BEN (IPEA [s.d]) – acesso em 2008, a OIE no MME (2006) e o PIB no IBGE/SCN (IPEA [s.d]), acesso em 2008.

3. Metodologia⁷

Segundo Bullard e Herendeen (1975), Miller e Blair (1985) e Casler e Blair (1997), o modelo de insumo-produto em unidades híbridas é a formulação mais consistente para aplicação de modelos de insumo-produto de natureza físico-econômica envolvendo uso de energia. Hawdon e Pearson (1995) e Zhang e Folmer (1998) apontam algumas vantagens no uso da estrutura de insumo-produto para analisar questões relativas ao setor energético: a) permite uma desagregação setorial maior do que os modelos de otimização dinâmica e os modelos macroeconômicos; b) permite a incorporação de fluxos de energia intersetoriais tanto em termos físicos quanto monetários e c) possibilita implementar análises de impacto. Entretanto, esses modelos também apresentam algumas limitações, quais sejam: a) coeficientes fixos de insumo-produto; b) retornos constantes de escala e c) demanda final determinada exogenamente. É importante salientar que tais limitações não invalidam os resultados do modelo.

3.1. Modelo Híbrido de Insumo-Produto.

O modelo de insumo produto híbrido apresentado nesta seção é proveniente das abordagens utilizadas por autores como Miller e Blair (1985) e Hilgemberg (2004). Porém adaptado para um contexto regional, visto que estes autores utilizaram matrizes inter-regionais. O modelo de energia em unidades híbridas é baseado em um conjunto de matrizes análogo ao do modelo convencional, isto é, numa matriz de transações ou fluxo de energia (medida em unidades físicas), numa matriz de requerimentos diretos de energia e numa matriz de requerimentos totais de energia (Miller e Blair, 1985). O procedimento consiste em substituir na matriz de transações inter-industriais (Z) a linha que representa os fluxos de energia em unidades monetárias pelo vetor coluna que representa os fluxos físicos de energia (E), obtido a partir da matriz do balanço energético nacional. Ou seja, após esta substituição, tem-se uma nova matriz de fluxos inter-industriais (Z^*), a qual representa os fluxos inter-industriais de energia em unidades físicas e os demais fluxos em unidades monetárias.

Considere um modelo regional com quatro setores, onde um setor é, por hipótese, um setor de energia primária, cujos fluxos de produção para os demais setores são medidos em tEP (tonelada equivalente de petróleo). Nesse caso, podemos expressar o modelo como:

$$Z = \begin{bmatrix} \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \end{bmatrix} \quad E = [tEP \quad tEP \quad tEP \quad tEP] \quad (1)$$

Portanto, as matrizes em unidades híbridas serão representadas por um asterisco sobrescrito como se segue:

⁷ Todos os índices relacionados aos multiplicadores de emprego, produto e renda, de *linkages* para frente e para trás e de requerimentos do setor energético foram obtidos com base na matriz híbrida.

$$Z^* = \begin{bmatrix} tEP & tEP & tEP & tEP \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \end{bmatrix} \quad (2)$$

O mesmo procedimento deve ser usado para a produção total (X) e demanda final (Y) por setor:

$$Y^* = \begin{bmatrix} tEP \\ \$ \\ \$ \\ \$ \end{bmatrix} \quad X^* = \begin{bmatrix} tEP \\ \$ \\ \$ \\ \$ \end{bmatrix} \quad (3)$$

A matriz de coeficientes técnicos (A). Pode ser representada matricialmente como:

$$A = Z(\hat{X})^{-1} \quad (4)$$

Os elementos de (A*) representam os coeficientes técnicos (ou coeficientes de requerimentos diretos) por unidade (física ou monetária).

$$A^* = Z^*(\hat{X}^*)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{tEP}{tEP} & \frac{tEP}{\$} & \frac{tEP}{\$} & \frac{tEP}{\$} \\ \frac{tEP}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{tEP}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{tEP}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{tEP}{tEP} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \end{bmatrix} \quad (5)$$

A matriz inversa de Leontief, $B^* = (I - A^*)^{-1}$, apresentará a mesma estrutura da Matriz A^* e será utilizada nos cálculos dos multiplicadores, *linkages* e requerimentos, a seguir.

Multiplicadores⁸

a) *O Multiplicador de Produção* para o setor j , é o valor total da produção em todos os setores da economia necessário para satisfazer uma unidade monetária adicional da demanda final pela produção do setor j . Formalmente este multiplicador é o somatório do efeito direto, indireto e efeito inicial.

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

$$\Delta Y(1) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad \Delta Y(2) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

⁸ Todos os multiplicadores estão explicitados em Miller e Blair (1985).

Onde:

$\Delta Y(1)$ indica uma mudança somente no valor da demanda final para o produto do setor 1.

$\Delta Y(2)$ indica uma mudança somente no valor da demanda final para o produto do setor 2.

Logo, pode-se concluir que:

$$\begin{aligned}\Delta X(1) &= (I - A)^{-1} \Delta Y(1) = \begin{pmatrix} \alpha_{11} \\ \alpha_{21} \end{pmatrix} \\ \Delta X(2) &= (I - A)^{-1} \Delta Y(2) = \begin{pmatrix} \alpha_{21} \\ \alpha_{22} \end{pmatrix} \\ O_j &= \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}\end{aligned}\tag{7}$$

Portanto, em termos formais, o multiplicador de produto simples para o setor j , O_j dado na equação (7), é o somatório dos elementos da coluna da matriz inversa de Leontief. Este coeficiente mensura o impacto para todos os setores da economia de um valor adicional na demanda final do produto de um setor.

b.1) *O multiplicador de emprego* capta o número de empregos criados no setor j , devido a um aumento de uma unidade na produção do mesmo setor, que ocorre devido a uma variação de uma unidade, em valor, da demanda final.

Primeiramente, deve-se estimar a relação entre o valor da produção de um determinado setor e o emprego gerado neste setor. Em termos formais, temos:

$$E(n+1, j) = [e_1 \ e_2] \rightarrow \text{vetor de conversão}\tag{8}$$

$$e_j = \frac{\text{pessoal ocupado no setor } j}{\text{VBP do setor } j}$$

Logo, o multiplicador simples de emprego será dado da seguinte maneira:

$$\xi = \hat{E}X = \hat{E}[(I - A)^{-1}Y]$$

$$\xi = \begin{bmatrix} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_1 X_1 \\ e_2 X_2 \end{bmatrix}$$

$$\xi_j = e_1 X_1 + e_2 X_2\tag{9}$$

b.2) Há também o *Multiplicador de emprego do TIPO 1*, segundo este multiplicador, para cada emprego criado no setor j , há um total de W_j empregos criados na economia como um todo. Formalmente:

$$W_j = \frac{\xi_j}{e_j}\tag{10}$$

c) O *multiplicador de renda* é calculado de forma análoga ao de emprego simples⁹. Ele busca determinar quais os impactos de variações nos gastos com demanda final sobre a renda recebida pelas famílias (oferta de trabalho) ao invés de calcular o impacto sobre a produção setorial.

Primeiramente, deve-se estimar a relação entre o valor da produção de um determinado setor e a renda (salário) gerada neste setor. Em termos formais, temos:

$$W(n+1, j) = [\omega_1 \ \omega_2] \rightarrow \text{vetor de conversão da renda} \quad (11)$$

$$\omega_j = \frac{\text{renda gerada no setor } j}{\text{VBP do setor } j}$$

Logo, o multiplicador da renda será dado da seguinte maneira:

$$\mathfrak{R} = \hat{W} X = \hat{W} [(I - A)^{-1} Y]$$

$$\mathfrak{R} = \begin{bmatrix} \omega_1 & 0 \\ 0 & \omega_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 X_1 \\ \omega_2 X_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathfrak{R}_j = \omega_1 X_1 + \omega_2 X_2 \quad (12)$$

3.1.2 *Linkages para Frente e para Trás*

Segundo Hirschman (1961), o desenvolvimento significa a transformação de um determinado estágio da economia em outro mais evoluído. O autor afirma que o desenvolvimento econômico se manifesta segundo a lógica de um desenvolvimento não equilibrado, em que ocorrem avanços desiguais entre os diversos setores da economia. Em outras palavras, quando um setor tem um avanço, os demais buscam alcançá-lo. Este processo, em que um desequilíbrio gerado em um determinado setor, desencadeia alterações nos demais setores é que gera desenvolvimento econômico. Segundo ele, alguns setores da economia têm a capacidade de induzir novos investimentos, devido à sua forte ligação com os demais setores da economia.

Estas ligações, ou *linkages*, podem gerar efeitos para frente ou para trás. Segundo Toyoshima e Ferreira (2002), investimentos realizados sobre um setor que apresenta elevados *linkages* para frente, geram efeitos positivos sobre os demais setores compradores, ou seja, trata-se de um setor que é muito demandado na economia. Já no caso dos que apresentam *linkages* para trás, os efeitos positivos se dariam sobre os vendedores, logo, trata-se de um setor com alto poder de demanda sobre os demais. Para tanto, é necessário calcular os índices de ligação para frente (*forward linkage effects*) e para trás (*backward linkage effects*), propostos por Rasmussen (1956) e Hirschman (1961), como se segue:

- *Linkages para trás (poder de dispersão) – U_j* – determina o quanto um setor demanda dos demais setores da economia.

⁹ Apresentado no tópico (b.1).

- *Linkages para frente (sensibilidade da dispersão) – U_i* – determina o quanto este setor é demandado pelos demais setores da economia.

Denotando (B) como a matriz inversa de Leontief, temos:

b_{ij} – elemento típico da matriz inversa de Leontief

$b_{.j}$ – soma das linhas de B

b_i – soma das colunas de B

$b_{..}$ – soma total da matriz B,

B^* - valor médio de todos os elementos de B, ou seja, $B^* = \frac{b_{..}}{n^2}$ (13)

Logo, os índices de ligação para frente e para trás são respectivamente (14) e (15):

$$U_i = \frac{b_i / n}{B^*} \quad \text{Índice de ligação para frente} \quad (14)$$

$$U_j = \frac{b_{.j} / n}{B^*} \quad \text{Índice de ligação para trás} \quad (15)$$

Onde:

n – é o número de setores

b_i / n - é o valor médio dos elementos na coluna j

$b_{.j} / n$ - é o valor médio dos elementos na linha i .

3.1.3. Setores Chave

Hirschman (1961) afirma que, os setores que apresentam elevado grau de encadeamento junto à cadeia produtiva, propagando assim, efeitos para frente e para trás acima da média, são considerados setores chave para o crescimento. Os setores-chave são considerados, de acordo com a literatura, como os prioritários na promoção do crescimento econômico regional. Estes setores são encontrados da seguinte forma:

Se $U_j > 1$, então, uma mudança unitária na demanda final do setor j cria um aumento acima da média na economia, ou seja, o setor j gera uma resposta dos outros setores acima da média.

Se $U_i > 1$, então, uma mudança unitária na demanda final de todos os setores cria um aumento acima da média no setor i . O setor i tem uma dependência acima da média da produção dos outros setores.

Se U_j e $U_i > 1$ – SETOR-CHAVE

3.1.4. Requerimentos de Energia do Setor Energético¹⁰

Para se obter os requerimentos de energia, precisa-se subtrair B^* da matriz identidade, da seguinte forma:

¹⁰ A metodologia para requerimentos de energia apresentada neste trabalho foi uma adaptação, para o contexto regional, do modelo inter-regional utilizado por Hilgemberg (2004).

$$R^* = B^* - I^* \quad (16)$$

Onde:

R é uma matriz de coeficientes de requerimento líquido total.

A Matriz de coeficientes de requerimento indireto será dada por:

$$Q^* = R^* - A^* \quad (17)$$

As matrizes A^* , R^* e Q^* provêm informações numéricas sobre o grau de dependência direta, total e indireta das atividades produtivas entre os setores. Os coeficientes da matriz A^* de requerimentos diretos de energia provêm informações sobre os efeitos imediatos, dada uma variação da demanda final, enquanto a matriz Q^* de requerimentos indiretos de energia capta os efeitos secundários de uma mudança da demanda final.

O interesse é extrair tanto da matriz A^* como da matriz R^* apenas as informações de requerimento relativas ao setor de energia. A matriz de requerimentos diretos de energia e a matriz de requerimentos totais de energia são obtidas extraindo-se, respectivamente, as linhas dos fluxos de energia de A^* e $(I - A^*)^{-1}$. Torna-se necessário criar uma matriz F^* com dimensão $n \times n$, na qual seus elementos que representam fluxos de energia (em TEP) são alocados ao longo da diagonal principal e os demais elementos são zeros.

$$F^* = \begin{bmatrix} tEP & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Fazendo $F^*(\hat{X}^*)^{-1}$, obtém-se um vetor de zeros e números “um”, no qual os números “um” denotam a localização do setor de energia. Pós-multiplicando as matrizes de requerimentos diretos e de requerimentos totais de energia por $F^*(\hat{X}^*)^{-1}$ recuperam-se apenas os coeficientes de energia, ou seja, a intensidade de energia.

Logo, “ δ ” representa os requerimentos diretos e “ α ” os requerimentos totais:

$$\delta = F^*(\hat{X}^*)^{-1}A^* \quad (19)$$

$$\alpha = F^*(\hat{X}^*)^{-1}(I - A^*)^{-1} \quad (20)$$

Os requerimentos indiretos de energia, γ , são obtidos através da diferença entre os requerimentos totais (B^*) e os requerimentos diretos (5):

$$\gamma = F^*(\hat{X}^*)^{-1}[(I - A^*)^{-1} - A^*] \quad (21)$$

4. Análise de Resultados

A análise dos resultados obtidos seguirá o mesmo ordenamento da Seção 3.

4.1 Multiplicadores

a) Produção

A análise dos multiplicadores setoriais de produção é tradicionalmente derivada das matrizes de insumo-produto. Sendo definido, para cada setor, como o somatório de sua respectiva coluna na matriz inversa de Leontief. E deve ser interpretada como a variação direta (devido ao acréscimo de uma unidade monetária no setor) e indireta (devido às externalidades geradas nos demais setores) da produção total da economia de todos os setores e regiões, devido a uma variação exógena de uma unidade monetária de demanda final de um determinado setor.

O setor energético não apresenta um grande multiplicador de produção em relação aos demais setores da economia. Em 1997, a média deste multiplicador entre os setores foi de (2.09), impulsionado principalmente pelo setor Siderúrgico (3.51), Transporte (2.86) e Metais não Ferrosos e Outras Metalurgias (2.54), enquanto a do setor Energético foi de (1.38). Em 2002, a média brasileira caiu para (2.00). O setor energético obteve elevação em seu índice neste período, passando para (1.78), valor ainda abaixo da média, no entanto, setores importantes como Siderurgia e Transportes foram responsáveis pela diminuição da média global, apresentando queda acentuada em seus multiplicadores, assumindo respectivamente (2.81) e (2.51). Logo, pode-se concluir que, investimentos diretos realizados sobre o setor Energético visando elevar a produção total pode não ser a melhor opção para os tomadores de decisão.

No entanto, existem outras formas de medir a importância de um setor para a economia. Através de instrumentos de insumo-produto pode-se captar o impacto que os setores geram sobre o emprego e a renda. Portanto, procurar-se-á agora, analisar os impactos gerados no emprego, por setor, diante de uma variação exógena, de uma unidade de demanda final ocorrida em cada setor¹¹.

b.1) Emprego

Em 1997, a média do multiplicador de emprego simples para os 14 setores da economia foi de (64.56). Isso quer dizer que, em média, quando são investidas mil unidades monetárias na economia, são gerados pouco mais de 64 novos postos de trabalho. Dentre os setores que mais geram empregos pode-se citar a Agricultura (160.36) e o setor de Têxtil e Vestuário (105.17). O setor Energético, em 1997, apresentou o pior índice dentre os setores analisados, com apenas (14.67), ou seja, se forem investidas 1000 unidades monetárias no setor, seriam geradas pouco mais de 14 vagas de trabalho na economia. Em 2002, a média de empregos criados, a cada mil unidades monetárias investidas por setor, diminuiu para (39.91), em parte devido à diminuição do multiplicador dos setores Agrícola e Têxtil e Vestuário, com índices de (78.12) e (70.31), respectivamente. O setor de Alimentos e Bebidas também apresentou intensa diminuição em seu multiplicador de emprego no período, passando de (94.44) em 1997 para (51.90) em 2002. O setor Energético foi o único a obter crescimento do índice no período analisado, fechando o ano de 2002 com (22.96).

A mecanização do processo produtivo dos principais setores da economia, associado aos efeitos nocivos produzidos pelo “apagão” pode ter sido os responsáveis pela diminuição observada no multiplicador de emprego neste período. A elevação do

¹¹ Para melhor entendimento do impacto no emprego, o coeficiente multiplicador de emprego apresentado estará multiplicado por mil (1000) unidades monetárias e apresentará apenas duas casas decimais.

índice apenas no setor energético poder estar correlacionada com os investimentos realizados no setor de energia elétrica visando evitar futuros racionamentos.

Os resultados encontrados pelo multiplicador de emprego simples consideram o impacto gerado no emprego devido a uma variação na demanda final. Uma outra abordagem com relação a este tema pode ser adotada através da mensuração do impacto no emprego total da economia gerado pela criação de uma nova unidade de emprego no setor *j*. Este método é chamado de Multiplicador de Emprego do Tipo 1.

b.2) Emprego Tipo 1

Neste caso, em 1997, o setor Energético configura-se como um dos mais importantes setores geradores de emprego, com um índice de (5.25), valor superior à média nacional de (4.09), perdendo apenas para o setor Siderúrgico (16.78), de Alimentos e Bebidas (7.82) e Indústria Química (7.15). Isso implica que se fosse criada uma unidade de emprego no setor Energético, por exemplo, resultaria em mais de 5 unidades de trabalho no restante de economia (Lembrando que 5.25 pode ser subdividido em: 1 unidade criada no próprio setor energético e 4.25 geradas nos demais setores). No ano de 2002, o índice do multiplicador de emprego Tipo 1 sobe na economia brasileira, atingindo uma média de (4.56). Este resultado decorreu, em parte, devido à elevação ocorrida no índice do setor energético, que passou do quarto melhor índice, em 1997, ao segundo em 2002, com (8.14). Ultrapassando os setores de Alimentos e Bebidas (7.93) e Químico (7.62). O setor Siderúrgico também apresentou crescimento no período, mantendo o maior índice de multiplicador de emprego Tipo 1, com (18.78).

c) Renda¹²

Analisando o multiplicador de renda para os 14 setores entre 1997 e 2002. Pôde-se perceber uma diminuição média no período analisado, de (232.28) em 1997, para (187.39) em 2002. Portanto, pode-se constatar que novos investimentos realizados em 2002 iriam gerar menor impacto, sobre a renda dos trabalhadores, do que aqueles realizados em 1997. O setor energético apresentou um multiplicador de renda inferior à média nacional, em 1997. Porém em 2002, o crescimento verificado para este setor fez com que seu índice ultrapasse a média dos demais. O setor energético foi o único que apresentou índices crescentes no período¹³. Passou de (124.11) em 1997 para (188.73) em 2002. Os setores que apresentaram maiores índices foram Serviços Públicos e Transportes, com (480.57) e (377.11) em 1997 e (439.54) e (295.08) em 2002.

4.2 Linkages para Frente e Para Trás

Verifica-se através da matriz de insumo produto de 1997 e 2002, agregadas em 14 setores produtivos, que o setor Energético nacional, em 1997, apresentava o maior índice de ligações para frente (2.36). Seguido pelo setor de Transportes (1.79). Logo, se tratava de um setor fortemente demandado pelos demais setores. Em outras palavras,

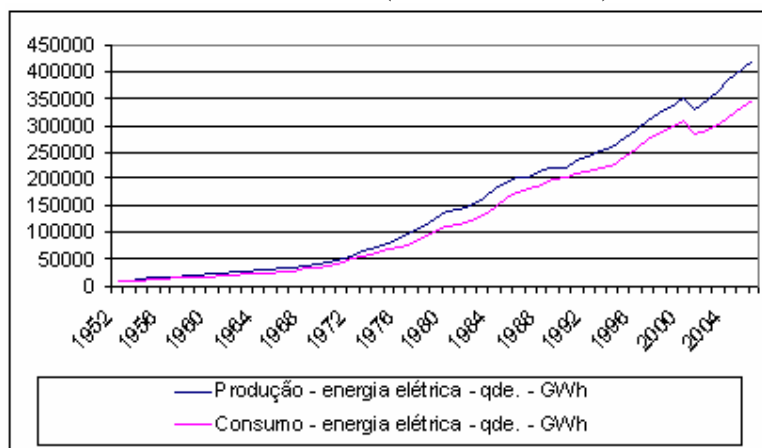
¹² Os índices obtidos foram multiplicados por 1000.

¹³ Fato que pode estar relacionado com a reestruturação do setor no período que se seguiu ao racionamento de energia.

uma mudança unitária na demanda final de todos os setores cria um aumento acima da média no setor Energético. Já em 2002, a importância do setor Energético, no que tange aos efeitos para frente, diminuiu em relação a 1997, ficando em (1.59), sendo ultrapassado pelo setor de Transportes, com (1.91). Este resultado decrescente pode ter tido influência do efeito “apagão” ocorrido no setor elétrico¹⁴ entre junho de 2001 e fevereiro de 2002 (Ver GRÁFICO 1).

Neste período tanto o consumo quanto a produção de energia decresceram devido às medidas adotadas pelo governo para restringir o consumo, visando evitar um possível blecaute nacional. Segundo Bardelin (2004), a oferta de energia não seria suficiente para suprir o consumo. No entanto, esta visão simplória pode esconder outras questões importantes relacionadas à crise do setor. Dentre elas, pode-se citar a elevada dependência dos recursos hídricos¹⁵ na geração de energia elétrica no Brasil, fator que deixa o país dependente da sazonalidade das chuvas para suprir seus reservatórios. O racionamento de energia gerou uma diminuição do consumo por parte dos demais setores da economia. Esta diminuição pode ter influenciado o resultado obtido no índice de ligações para frente do setor energético entre 1997 e 2002, visto que demandar mais deste setor se tornou mais oneroso.

Gráfico 2. Evolução histórica anual do consumo e produção de energia elétrica no Brasil entre 1952 e 2006 (Valores em GWh).



Fonte: Eletrobrás (IPEA [s.d.]), 2008.

Com relação ao índice de ligações para trás, o setor Energético não é um dos mais importantes na economia brasileira, ficando abaixo da média nacional entre os setores (média = 1), tanto em 1997 (0.66), quanto em 2002 (0.89). Portanto, não é um dos setores que mais demandam dos demais setores (apesar de ter apresentado forte crescimento no período analisado, aproximadamente 35%)¹⁶. Em outras palavras, o

¹⁴ Lembrando que o setor de energia elétrica é apenas um dos componentes do setor energético analisado neste trabalho. Detalhes sobre os demais componentes estão dispostos em anexo.

¹⁵ Mais de 90% da matriz energética, entre 1997 e 2002, segundo dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) – IPEA [s.d.] 2008.

¹⁶ O crescimento verificado no índice de ligações para trás, entre 1997 e 2002, pode estar correlacionado com as realizações efetuadas pelo governo federal durante o “apagão”. Segundo Bardelin (2004), o racionamento de energia elétrica trouxe uma nova realidade ao setor, uma vez que foram criadas medidas e efetuados investimentos que visavam combater futuras crises de abastecimento. Dentre elas o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, criado pela resolução nº18, em junho de 2001 da GCE, com o objetivo de revitalizar o setor energético brasileiro. Maiores detalhes em Bardelin (2004).

aumento do nível de atividade do Setor Energético gera aumento na demanda por insumos de outros setores abaixo da média. Logo, não se trata de um setor chave para a economia, mas isso não implica que o setor não seja importante para o crescimento.

4.3 Setores Chave

A análise da importância de um setor, baseada apenas pela ótica dos setores chave, pode esconder aspectos importantes de cada setor. Na presente análise, apenas o setor siderúrgico apresentou características de um setor chave, tanto em 1997, quanto em 2002.¹⁷ No entanto, como mencionado, o setor Energético é um dos setores com maior índice de ligações para frente e de elevada importância para o crescimento. Analisando a média dos índices de ligações para frente e para trás¹⁸, dos 14 setores em 1997 e 2002, nota-se que o setor Energético é de extrema importância para a economia. Em 1997, sua média superou a de todos os demais setores, obtendo um índice de (1.51), seguido pela Siderurgia (1.39) e Transportes (1.20). Já em 2002, devido a diminuição verificada no índice de ligações para frente, o Setor Energético apresentou uma diminuição na média de *linkages*, passando para (1.24), índice este, inferior ao do setor de Transportes (1.31) e da Siderurgia (1.27).

Os resultados obtidos neste trabalho, considerando os *linkages* dos setores, corroboram com as expectativas de Myrdal (1972) para infra-estrutura, ou seja, aqueles setores necessários para garantir o crescimento continuado. Segundo ele, os planejadores de políticas públicas deveriam priorizar investimentos em: Energia, transportes e o setor agropecuário¹⁹. De acordo com Toyoshima e Ferreira (2002), a importância em infra-estrutura mínima já é reconhecida como uma pré-condição ao desenvolvimento. Torres e Puga (2006) ressaltam a importância da expansão e melhoria da infra-estrutura para o crescimento econômico. Além de ser um fator de atração de investimentos externos, a infra-estrutura exerce resultados diretos no desenvolvimento humano, pois tem efeitos permanentes sobre a determinação de renda *per capita* e sobre a produtividade de um país. Pêgo Filho *et al* (1999) afirmam que uma melhoria na infra-estrutura pode ser decisiva na inserção de um país no mundo globalizado.

4.4 Requerimentos de Energia do Setor Energético

Nesta seção será analisada a evolução, entre os anos de 1997 e 2002, dos requerimentos totais de energia provenientes do setor energético. Sendo estes subdivididos em requerimentos diretos e indiretos.. A utilização do modelo híbrido de insumo-produto gera resultados em unidades físicas (tEP)²⁰, com desagregação para 14 setores produtivos. Isto permitirá a mensuração, em unidades físicas, da pressão exercida, pelos 14 setores da economia, sobre o setor energético e sua evolução durante o período analisado.

¹⁷ Em 1997, o setor siderúrgico obteve índice de ligações para frente de (1.09) e (1.68) para trás. Em 2002, estes valores foram (1.14) e (1.41) respectivamente.

¹⁸
$$\text{Média} = \frac{\text{Ligações_para_Frente} + \text{Ligações_para_Trás}}{2}$$

¹⁹ Setor este, que também apresentou nível de ligações para frente acima da média (1.08), em 1997 e (1.14), em 2002.

²⁰ Tonelada Equivalente de Petróleo.

Observando a Tabela 2, pode-se perceber que a média de requerimentos totais de energia, proveniente do setor energético, diminuiu de 1997 (0.28) para 2002 (0.156). Isto quer dizer que, em média, os 14 setores produtivos analisados estão demandando menos energia do setor energético em 2002 do que demandavam em 1997. O mesmo pode ser verificado na média dos requerimentos diretos e indiretos, que passaram de aproximadamente (0.15) em 1997 para (0.08) em 2002 e (0.13) em 1997 para (0.07) em 2002, respectivamente.

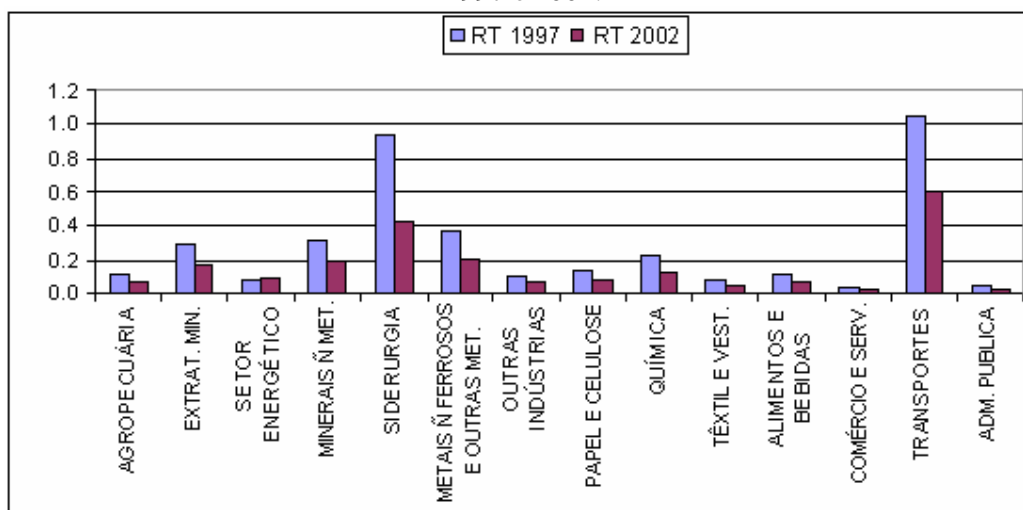
Tabela 2. Evolução de Requerimentos Totais (RT), Diretos (RD) e Indiretos (RI) de energia do setor energético, entre 1997 e 2002.

	RT 1997	RT 2002	RD 1997	RD 2002	RI 1997	RI 2002
AGROPECUÁRIA	0.114	0.066	0.051	0.027	0.062	0.039
EXTRAT. MINERAL	0.292	0.166	0.163	0.106	0.129	0.060
SETOR ENERGÉTICO	0.089	0.093	0.004	0.004	0.085	0.089
MINERAL Ñ METÁLICO	0.319	0.189	0.175	0.107	0.145	0.082
SIDERURGIA	0.939	0.429	0.458	0.221	0.481	0.208
METAIS Ñ FERROSOS E OUTRAS MET.	0.373	0.208	0.097	0.056	0.276	0.152
OUTRAS INDÚSTRIAS	0.100	0.062	0.011	0.007	0.089	0.055
PAPEL E CELULOSE	0.140	0.074	0.057	0.031	0.083	0.043
QUÍMICA	0.227	0.118	0.122	0.065	0.105	0.053
TÊXTIL E VESTUÁRIO	0.084	0.050	0.024	0.012	0.060	0.038
ALIMENTOS E BEBIDAS	0.115	0.070	0.019	0.011	0.096	0.058
COMÉRCIO E SERVIÇOS	0.041	0.029	0.009	0.007	0.032	0.022
TRANSPORTES	1.050	0.599	0.852	0.488	0.198	0.111
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	0.042	0.027	0.015	0.010	0.028	0.017
MÉDIA	0.280	0.156	0.147	0.082	0.134	0.073

Fonte: Elaboração própria dos autores.

O Gráfico 3 apresenta a evolução dos requerimentos totais de energia do setor energético, que cada setor obteve, entre 1997 e 2002. Através deste, pode-se concluir que o setor siderúrgico e o de transportes apresentam os maiores índices de requerimento total, (0.94) em 1997 e (0.43) em 2002 e (1.05) em 1997 e (0.6) em 2002, respectivamente. Logo, são os setores com maior poder de pressionar o setor energético, apesar de apresentarem substancial diminuição no período analisado. Portanto, um crescimento na siderurgia ou no setor de transportes deve ser acompanhado de investimentos em energia. No entanto, somente a análise da composição dos requerimentos (diretos e indiretos) é que fornecerá o verdadeiro indicio da capacidade de pressão que estes setores podem exercer sobre o setor energético. Cabe salientar também, que o único setor que obteve índice de requerimentos totais crescentes, no período analisado, foi justamente o setor energético. Isto significa que este setor consome mais energia em 2002 do que consumia em 1997. Uma hipótese pode ser a de que os investimentos realizados no setor elétrico no período do “apagão” tenham gerado efeitos positivos no que diz respeito à demanda deste setor por energia.

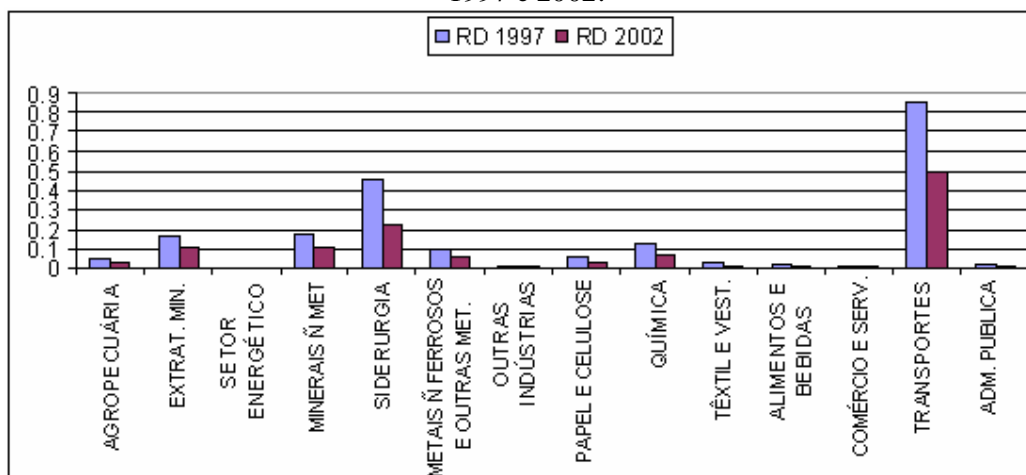
Gráfico 3. Evolução dos Requerimentos Totais de Energia do Setor Energético, entre 1997 e 2002.



Fonte: Elaboração própria dos autores.

Ao analisar os requerimentos diretos de energia do setor energético, Gráfico 4, nota-se que, com exceção do setor energético que manteve-se constante, todos os demais setores apresentaram diminuição em seus índices. Mais uma vez a Siderurgia e o setor de Transportes despontaram como os setores com maiores requerimentos diretos. Com (0.46) em 1997 e (0.22) em 2002 e (0.85) em 1997 e (0.49) em 2002, respectivamente. Outros setores apresentaram índices intermediários de requerimentos diretos, são eles: Minerais não metálicos (0.17) e (0.11)²¹, Extrativo mineral (0.16) e (0.11), Químico (0.12) e (0.06) e Metais não ferrosos e outras metalurgias (0.10) e (0.06) também têm capacidade de gerar efeitos diretos sobre o setor energético, porém com menos intensidade. O setor energético praticamente não apresentou requerimentos diretos de energia. Seus requerimentos diretos não respondem nem por 5%, tanto em 1997 quanto em 2002, dos requerimentos totais de energia apresentados por este setor.

Gráfico 4. Evolução dos Requerimentos Diretos de Energia do Setor Energético, entre 1997 e 2002.

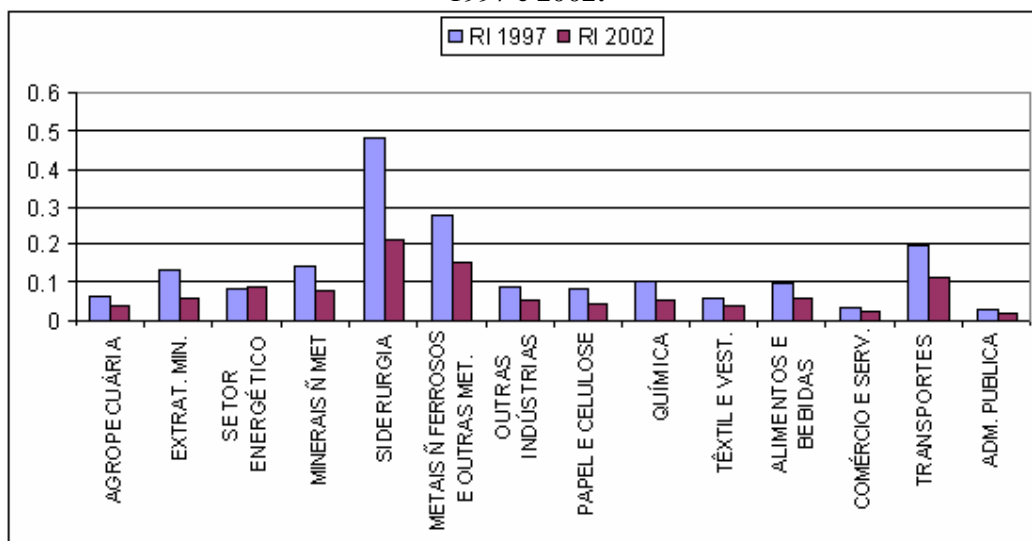


Fonte: Elaboração própria dos autores.

²¹ Índices para 1997 e 2002, nesta ordem.

Analisando os requerimentos indiretos (GRÁFICO 5), percebe-se uma mudança no ordenamento dos setores. Mais uma vez a Siderurgia despontou, apresentando um elevado índice de requerimentos indiretos (0.48) em 1997 e (0.21) em 2002. No entanto o setor de Transportes, que apresentou o maior índice de requerimentos totais e diretos, não apresenta importância tão elevada quando se trata de requerimentos indiretos. O setor obteve (0.2) em 1997 e (0.11) em 2002, ficando atrás do setor de Metais não Ferrosos e outras Metalurgias, com (0.28) em 1997 e (0.15) em 2002. Pode-se observar que a maioria dos demais setores exerce uma pressão intermediária sobre os requerimentos indiretos do setor energético. Novamente, o setor energético obteve crescimento em seu índice de requerimentos. Desta vez o requerimento indireto do setor de energia passou de (0.85) em 1997 para (0.89) em 2002.

Gráfico 5. Evolução dos Requerimentos Indiretos de Energia do Setor Energético, entre 1997 e 2002.



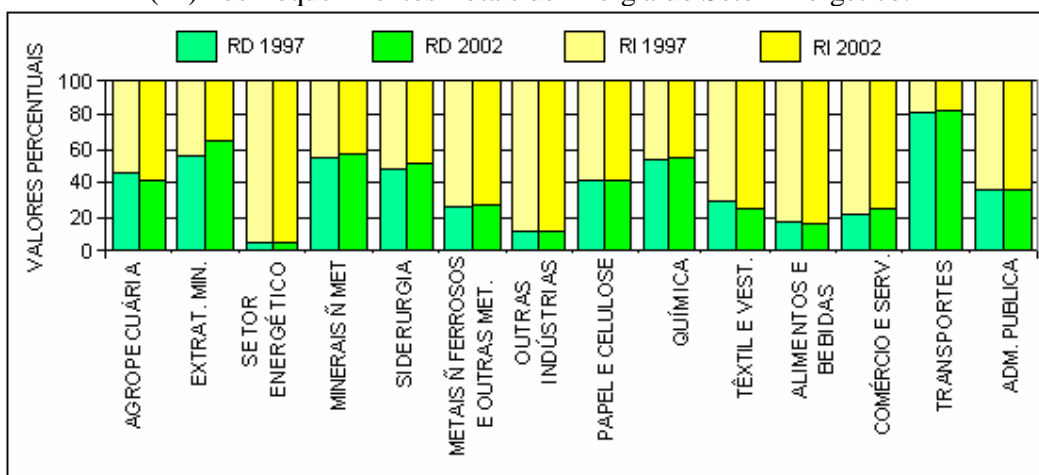
Fonte: Elaboração própria dos autores.

Segundo Perobelli et al (2006): Quanto menor a relação requerimentos diretos *versus* indiretos, maior o poder de multiplicação que a atividade de um dado setor exerce sobre o consumo de energia dentro de uma região. Setores com alto peso na demanda de energia da região e que ao mesmo tempo apresentam uma baixa relação requerimentos diretos *versus* indiretos tendem a produzir as mais fortes pressões de demanda sobre o setor de energia da região. Em um outro extremo, estariam setores com baixo peso na demanda de energia da região e com alta relação requerimentos diretos *versus* indiretos, que, neste caso, produziriam pequenas pressões sobre o setor de energia da região. Entre ambos os extremos, configuram-se setores com graus variados, intermediários, de importância na pressão que exercem.

O Gráfico 6, fornece a relação percentual de requerimentos diretos e indiretos, de cada setor, entre 1997 e 2002. Pode-se perceber que o setor energético apresenta a menor relação entre requerimento direto (na cor verde) *versus* indireto (na cor amarela) dentre os demais setores. Em ambos os períodos analisados, os requerimentos indiretos do setor ficaram acima de 95%. Isto significa que este setor possui elevado poder de multiplicação sobre o consumo de energia. No entanto, voltando ao gráfico 3, nota-se que, apesar do setor energético possuir elevado poder multiplicador, seus requerimentos totais de energia são modestos quando comparado com outros setores. Um setor que

apresente alto nível de requerimentos totais e baixa relação entre requerimentos diretos *versus* indiretos reúne as condições necessárias para impor uma forte pressão de demanda sobre o setor energético. Setores como: Outras Indústrias, Alimentos e Bebidas, Comércio e Serviços, Têxtil e Vestuário e Metais não Ferrosos e outras Metalurgias apresentam requerimentos indiretos superiores a 60% do total de requerimentos. Portanto, detêm elevado poder multiplicador. Porém o único, dentre os citados, capaz de gerar uma pressão moderada sobre a demanda de energia seria o setor de Metais não Ferrosos e outras Metalurgias, por apresentar um total de requerimentos acima da média dos setores (Tabela 1).

Gráfico 6. Participação Percentual Setorial de Requerimentos Diretos (RD) e Indiretos (RI) nos Requerimentos Totais de Energia do Setor Energético.



Fonte: Elaboração própria dos autores com base nos resultados obtidos.

Cabe ressaltar ainda, através do Gráfico 6, que dois casos interessantes ocorrem com os seguintes setores: Siderúrgico e de Transportes. O setor de Transportes apresentou o maior nível de requerimentos totais, tanto em 1997 quanto em 2002. Porém (81.13) deste total correspondia a requerimentos diretos em 1997. Este valor ainda obteve ligeiro crescimento em 2002, atingindo (81.41). Portanto este setor demanda muita energia do setor energético, mas apresenta um baixo poder multiplicador. Já o setor siderúrgico mostrou-se um dos mais propícios a pressionar a demanda de energia. Uma vez que também apresentou elevado índice de requerimentos totais (Tabela 1) e sua relação entre requerimentos diretos e indiretos está relativamente centrada. Em 1997 seu requerimento indireto era (51.23) e em 2002 este valor diminuiu para (48.50). A diminuição verificada entre 1997 e 2002 para a siderurgia diminuiu seu multiplicador, mas não a ponto de fazer com que o setor perde-se sua importância com relação à capacidade de pressionar a demanda de energia do setor energético.

6. Conclusão

Este trabalho utilizou as matrizes de insumo-produto brasileira, agregadas em 14 setores produtivos, utilizando unidades híbridas (TEP), para os anos de 1997 e 2002, no intuito de comparar as variações ocorridas no setor energético.

Verificou-se que, mesmo havendo uma diminuição global nos multiplicadores de produção, renda e emprego, no período analisado, o setor energético apresentou crescimento nos índices de todos os seus multiplicadores. O único multiplicador que

apresentou crescimento médio no período foi o de emprego Tipo 1. Também neste o setor energético se sobressaiu. Uma hipótese levantada foi a de que os investimentos realizados no setor visando evitar novos racionamentos de energia elétrica tenham contribuído para tais resultados. No entanto, a elevação dos multiplicadores de produto e emprego deste setor não foi suficiente para que o mesmo atingisse índices superiores à média nacional. Somente no caso do multiplicador de renda este fato foi constatado, em 1997 o setor energético apresentava um multiplicador inferior à média nacional e em 2002 seu índice ultrapassou a média dos demais setores. O índice relacionado ao emprego Tipo 1 para o setor energético era superior à média em 1997 e cresceu ainda mais em 2002.

Com relação aos *linkages* do setor energético, os resultados apresentados fornecem indícios de que o setor apresentava um forte índice de ligações para frente em 1997. Logo, tratava-se de um setor demasiadamente demandado pelos demais setores. Este resultado corrobora com a idéia de que a energia é um insumo básico à economia. Em 2002, este índice diminuiu (provavelmente devido às políticas de racionamento energético adotadas pelo governo) e o setor energético foi ultrapassado pelo setor de transportes, no que se refere à *forward linkages*. Já o índice de ligações para trás do setor energético apresentou-se abaixo da média nacional, em ambos os anos analisados. Portanto, não configura-se como um setor que proporciona elevada demanda sobre os demais. No entanto, cabe destacar que o setor energético apresentou crescimento em seu índice de ligações para trás de 1997 para 2002. Mais uma vez, acredita-se que os investimentos realizados sobre o setor energético tenham elevado a pressão de demanda do setor energético sobre os demais. Outra questão importante está relacionado ao critério dos setores-chave. Analisando somente pela ótica proposta por Hirschman (1961) não se percebe a relevância do setor energético nos anos analisados. No entanto, analisando a média de *linkages* para frente e para trás para os 14 setores desagregados, constatou-se que em 1997 o setor energético apresentou a maior média dentre os demais e em 2002 obteve o terceiro maior índice, ficando atrás do setor de transportes e siderurgia respectivamente.

Os resultados dos requerimentos de energia do setor energético, apontaram para uma diminuição generalizada dos requerimentos totais de uma ordem de mais de 44% de 1997 para 2002. O único setor que aumentou seus requerimentos foi justamente o setor energético. Setores como siderurgia e transportes obtiveram quedas acentuadas em seus requerimentos totais, quando relacionados com os demais setores no período. No entanto ainda são os setores que mais requerem energia. Como destacaram Perobelli *et al* (2006), esta análise deve ser aprofundada em requerimentos diretos e indiretos para que se possa traçar um perfil dos setores que realmente têm grande poder de pressão sobre o setor energético. Em primeira análise pode-se acreditar que o setor de transportes é o grande responsável por tal pressão sobre o setor energético, seguido pela siderurgia. Mas, uma análise mais detalhada indica que, nos períodos em questão, mais de 80% do total de requerimentos do setor de transportes são oriundos de requerimentos diretos. Sendo assim, trata-se de um setor com baixo poder multiplicador. Lembrando que, quanto maior a relação requerimentos diretos *versus* indiretos, menor o poder de multiplicação que a atividade de um dado setor exerce sobre o consumo de energia dentro de uma região. Na outra ponta está o setor de Metais não Ferrosos e outras Metalurgias. Este setor apresentou mais de 70% de seus requerimentos compostos por requerimentos indiretos. Portanto apresenta elevado poder multiplicador. Mas como seus requerimentos totais são apenas medianos, seu poder multiplicador não é convertido em grande escala para a economia. O setor siderúrgico apresenta elevado índice de requerimentos totais, sendo estes bem divididos em diretos e indiretos.

Portanto, é um dos setores que apresentam maior poder de pressão sobre o setor energético. Investimentos realizados na siderurgia devem ser efetuados de forma planejada, visando minimizar ou conter possíveis pressões de demanda de energia.

7. Referências

BARDELIN, C. E. A. **Os Efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no Consumo de Energia Elétrica.** Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2004.

BEN – Balanço Energético Nacional (IPEA [s.d]). Disponível *on line* em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em 2008.

BULLARD, C. W e HERENDEEN, R. A. *The energy cost of goods and services.* *Energy Policy*, 3 (4): 268-278, 1975.

CASLER, S. D e BLAIR, P. D. *Economic structure, fuel combustion, and pollution emissions.* *Ecological Economics*. 22: 19-27. 1997.

ELETROBRÁS - (IPEA [s.d.]), Disponível *on line* em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em 2008.

GUILHOTO, J.J.M., U.A. SESSO Filho. **Estimação da Matriz Insumo-Produto a Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais.** *Economia Aplicada*. Vol. 9. N. 2. pp. 277-299, Abril-Junho 2005.

HAWDON, D e PEARSON, P. *Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK,* *Energy Economics* 17 (1): 73-86. 1995.

HILGEMBERG, E. M. **Quantificação e Efeitos Econômicos do Controle de Emissões de CO2 Decorrentes do Uso de Gás Natural, Álcool e Derivados de Petróleo no Brasil: Um modelo Inter-regional de Insumo-Produto.** Tese de Doutorado em Economia Aplicada apresentada à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / USP, 2004.

HIRSCHMAN, Albert O. **Estratégia do Desenvolvimento Econômico.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

IBGE/SCN – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Sistema de Contas Nacionais (IPEA [s.d]), Disponível *on line* em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em 2008.

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

MME – Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional, 2006.** Disponível *on line*: URL: <http://www.mme.gov.br>.

MYRDAL, Gunnar. **Teoria Econômica e Regiões Subdesenvolvidas.** Rio de Janeiro: Editora Saga, 3ª Ed.1972.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico – IPEA [s.d.]. Disponível *on line* em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em 2008.

PÊGO FILHO, Bolívar; CÂNDIDO JÚNIOR, José Oswaldo e PEREIRA, Francisco. **Investimento e Financiamento da Infra-estrutura no Brasil: 1990/2002**. Texto para Discussão N°680, Brasília. Out. 1999.

PEROBELLI, Fernando S.; MATTOS, Rogério S.; FARIA, Weslem R. **A interdependência Energética entre o Estado de Minas Gerais e o Restante do Brasil: Uma análise Inter-Regional de Insumo Produto**. 2006

RASMUSSEN, P. N. *Studies in intersectoral relations*. Amsterdam: North-Holland, 1956.

TORRES FILHO, Ernani Teixeira e PUGA, Fernando Pimentel. **Os Rumos dos Investimentos em Infra-Estrutura**. BNDES: Visão do Desenvolvimento, N°20, Rio de Janeiro: Nov. 2006.

TOYOSHIMA, Silva e FERREIRA, Marcos José. **Encadeamento do Setor de Transportes na Economia Brasileira**. Planejamento e Políticas Públicas, N°25, IPEA. Dez. 2002.

ZHANG, Z e FOLMER, H. *Economic modelling approaches to cost estimates for the control of carbon dioxide emissions*. *Energy Economics*, 20: 101-120. 1998

8. Anexo – Compatibilização dos setores do BEN com as Matrizes de Insumo Produto.

Agregação das Matrizes de Insumo Produto (40 X 40²² → 14 x 14)		Agregação das Matrizes (14 x 14) com o BEN
1 AGROPECUÁRIA AGROPECUÁRIA	9 QUÍMICA ELEMENTOS QUIMICOS	1 AGROPECUÁRIA AGROPECUÁRIO
2 MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO EXTRAT. MINERAL	10 TÊXTIL E VESTUÁRIO IND. TÊXTIL	2 MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO MINERAÇÃO E PELOTIZAÇÃO
3 SETOR ENERGÉTICO SETOR ENERGÉTICO	11 ALIMENTOS E BEBIDAS INDÚSTRIA DO CAFÉ	3 SETOR ENERGÉTICO SETOR ENERGÉTICO
4 MINERAIS NÃO METÁLICOS MINERAL Ñ METÁLICO	12 COMÉRCIO E SERVIÇOS COMÉRCIO	4 MINERAIS NÃO METÁLICOS NÃO FERROSOS E OUT. METALURG.
5 FERRO E AÇO SIDERURGIA	13 TRANSPORTE TRANSPORTES	5 FERRO E AÇO FERRO GUSA E AÇO
6 METAIS NÃO FERROSOS E OUTRAS METALURGIAS METALURG. Ñ FERROSOS	14 SERVIÇOS PÚBLICOS ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	6 METAIS NÃO FERROSOS E OUTRAS METALURGIAS FERRO LIGAS
7 OUTRAS INDÚSTRIAS MÁQUINAS E EQUIP.		7 OUTRAS INDÚSTRIAS OUTRAS INDÚSTRIAS
8 PAPEL E CELULOSE CELULOSE, PAPEL E GRÁF.		8 PAPEL E CELULOSE PAPEL E CELULOSE
		9 QUÍMICA QUÍMICA
		10 TÊXTIL E VESTUÁRIO TÊXTIL
		11 ALIMENTOS E BEBIDAS ALIMENTOS E BEBIDAS
		12 COMÉRCIO E SERVIÇOS COMERCIAL
		13 TRANSPORTE RODOVIÁRIO
		14 SERVIÇOS PÚBLICOS PÚBLICO
		DEMANDA FINAL RESIDENCIAL
		CONSUMO NÃO IDENTIFICADO

²² Ambas as matrizes de insumo-produto para o Brasil, nos anos de 1997 e 2002, estão desagregadas em 42 setores produtivos. No entanto, para compor o Setor Energético, utilizou-se a seguinte agregação: Os setores: 1) Petróleo e Gás, 2) Refino do Petróleo e 3) S.I.U.P. da matriz de produção (42 setores X 80 produtos) e da matriz de usos e recursos (80 produtos X 42 setores) para os respectivos anos passaram a compor o *Setor Energético*.

Da mesma forma, os produtos: 1) Petróleo e Gás, 2) Carvão e outros, 3) Álcool de Cana e Cereais, 4) Gasolina Pura, 5) Óleos Combustíveis, 6) Produtos do refino, 7) Produtos Petroquímicos Básicos, 8) Resinas, 9) Gaso – Álcool e 10) Serviços de Utilidade Pública (SIUP) passaram a constituir o *Produto Energia*.

O resultado obtido destas agregações são matrizes de *produção e usos e recursos*, para 1997 e 2002, com desagregação para 40 setores e 71 produtos. Através destas, pode-se obter a matriz de consumo intermediário por setor, para ambos os anos, com abertura para 40 setores produtivos.