NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

DESAGREGAÇÃO SETORIAL DO BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL A PARTIR DOS DADOS DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO: UMA AVALIAÇÃO METODOLÓGICA

Marco Antonio Montoya
Ricardo Luis Lopes
Joaquim José Martins Guilhoto

TD Nereus 05-2013
São Paulo
2013

Desagregação Setorial do Balanço Energético Nacional a Partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto: Uma Avaliação Metodológica

Marco Antonio Montoya[1], Ricardo Luis Lopes[2] e Joaquim José Martins Guilhoto[3]

Resumo. O presente estudo tem como objetivo apresentar e avaliar três metodologias para estimar Matrizes Energéticas mais desagregadas a partir da compatibilização dos dados do Balanço Energético Nacional (BEN) com os dados da Matriz Insumo-Produto (MIP). Para avaliar os resultados foram gerados indicadores físico-econômicos através da construção de três matrizes insumo-produto hibridas. As analises de correlação e de acuidade dos multiplicadores tipo I, índices de ligação intersetoriais, requerimentos setoriais de energia e emissões setoriais de CO_2, mostraram convergência de resultados nos métodos 1 (Base BEN) e 3 (Base MIP Ajustada). Conclui-se, portanto, que essas metodologias que utilizam coeficientes técnicos insumo-produto como ponderadores de expansão podem ser utilizadas para a estimação de matrizes energéticas nacionais desagregadas e as análises estruturais da economia realizadas com as matrizes estimadas são válidas.

1. Introdução

Para Forssell e Polenske (1998) e Abdallah e Montoya (1998), a preocupação com a interação entre meio ambiente e a atividade econômica se intensificou nas últimas décadas. Tal preocupação levou ao desenvolvimento de modelos de insumo-produto que incluem tais interações. Entre os modelos pode-se citar Cuberland (1966), Daly (1968), Isard (1968) e Leontief (1970)

A utilização conjunta das informações dos dados de consumo energético com os da atividade econômica para avaliar o consumo setorial de energia e suas implicações inerentes às emissões de gases efeito estufa vem ganhando importância, em particular, através da construção de sistemas insumo-produto híbridos. Segundo Bullard e Herendeen (1975), Miller e Blair (2009) 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) apontam que o uso da estrutura de insumo-produto para analisar questões relativas ao setor energético permite: a) uma desagregação setorial

[1] Professor Titular da Faculdade de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis da Universidade de Passo Fundo FEAC-UPF. e-mail: montoya@upf.br
[2] e-mail: rllopes@uem.br
[3] e-mail: guilhoto@usp.br

maior do que os modelos de otimização dinâmica e os modelos macroeconômicos; b) a incorporação de fluxos de energia entre setores tanto em termos físicos quanto monetários e c) possibilita programar análises de impacto sobre o meio ambiente.

O Balanço Energético Nacional (BEN) é o documento sobre fluxos físicos anuais do setor energético brasileiro publicado regularmente desde 1970 pelo Ministério de Minas e Energia (MME) através da Empresa de Pesquisa de Energia (EPE). A Matriz Energética está composta por um conjunto total de 47 atividades e 24 fontes de energia. As atividades compreendem a produção, estoques, comércio externo, transformação, distribuição e consumo final, este dividido em setores econômicos. Trata-se, portanto, de uma das mais completas e sistematizadas bases continuadas de dados energéticos disponível no país, constituindo-se em uma referência fundamental para qualquer estudo do planejamento do setor energético brasileiro.

Por outro lado, a Matriz Nacional de Insumo-Produto (MIP) representa um sistema econômico integrado de fluxos e transferências de insumos e produtos de um setor a outro, para serem processados ou destinados ao consumo final. Sua publicação é de responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo como primeira publicação o ano de 1970, apresentando até 1990 uma periodicidade quinquenal. A partir da década de 1990 sua elaboração passou a ser anual. A divulgação apresenta uma defasagem de no mínimo três anos por questões de prazo entre a coleta dos dados setoriais e o tempo necessário para sua elaboração e consolidação. Seu uso constitui-se de extrema importância uma vez que permite gerar informações fundamentais para o planejamento econômico nacional tanto no enfoque macro como no microeconômico.

Esses modelos apresentam uma séria limitação na análise de impactos ambientais, que consiste na falta de dados mais desagregados do consumo setorial de energia em unidades físicas. No Brasil, embora o BEN e a MIP apresentem setores consumidores compatíveis com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 do IBGE, o nível de agregação é diferente, já que a Matriz Energética apresenta 22 setores[4] consumidores em unidades físicas e a MIP 56 setores em unidades monetárias. Em

[44] Inclui o setor residencial

decorrência disso, a compatibilização das informações gera um número de setores consumidores reduzido o que afeta os resultados e as análises do sistema.

Para superar esse problema, torna-se necessário elaborar um sistema de desagregação dos setores consumidores da Matriz Energética compatível com o número de setores consumidores que apresenta a MIP. Com esse fim, o presente estudo tem como objetivo propor e avaliar, com base nos dados da MIP, um conjunto de métodos alternativos que permitam elaborar uma Matriz Energética mais desagregada para o país. O artigo está dividido da seguinte maneira: na seção 2, são apresentados três critérios metodológicos para desagregar os setores consumidores de energia; a seção 3 apresenta o processo de construção do modelo insumo-produto híbrido, bem como, os métodos de estimação dos indicadores; a seção 4 avalia, estatisticamente, de forma comparativa os multiplicadores de produção, os índices de ligações setoriais, os requerimentos setoriais de energia e o volume das emissões de CO_2 de modo a estabelecer, a metodologia mais adequada para estimar Matrizes Energéticas com o consumo setorial mais desagregado; na última seção são apresentadas as principais conclusões obtidas no decorrer da análise.

2. Desagregação do Consumo Setorial da Matriz Energética a Partir dos Dados da Matriz Insumo-Produto

O procedimento usual para avaliar o consumo energético setorial e suas emissões de gases consiste em estimar o uso de energia das indústrias e dos consumidores finais por meio de um modelo insumo-produto de energia em unidades híbridas e, logo, utilizar coeficientes de conversão sobre a intensidade do consumo de energia.

Para o ano de 2008, a matriz insumo-produto do país, estimada com base na metodologia desenvolvida por Guilhoto e Sesso Filho (2005), apresenta uma Tabela de Recursos e Usos composta por 110 produtos e 56 setores consumidores. Já a Matriz Energética do BEN apresenta 24 fontes de energia e 21 setores consumidores intermediários. Assim, considerando que o maior nível de desagregação setorial do consumo de energia por parte das indústrias determinará a qualidade e abrangência das analises da MIP híbrida, torna-se necessário desagregar os setores consumidores da Matriz Energética.

A questão-chave é compatibilizar os setores consumidores das duas bases de dados e, seguidamente, estimar o consumo setorial da Matriz Energética em nível de 56 setores, ou seja, o mesmo número de setores que apresenta a MIP.
Inicialmente para a compatibilização dos setores consumidores se levou em consideração a CNAE 2.0, bem como o grau de homogeneidade de suas atividades. Como resultado se obteve pelo lado setorial da Matriz energética uma agregação de 15 grandes setores consumidores com seus respectivos subsetores que perfazem um total de 56, tal qual a estrutura da MIP do país (Anexo A).

Seguidamente para estimar o consumo de energia dos 56 subsetores esta pesquisa utiliza-se como fator de expansão o peso dos fluxos monetários apresentados na Tabela de Recursos e Usos por origem e destino. A hipótese central é de que o consumo de energia dos subsetores em tep[5] está proporcionalmente relacionado com seus respectivos fluxos monetários contidos na MIP.

O método para estabelecer o fator de expansão apresenta duas etapas. A primeira consiste em compatibilizar as fontes de energia da Matriz Energética com os produtos da Tabela de Recursos e Usos da MIP, com o objetivo de identificar em que fluxos dos produtos esta contida cada fonte de energia (Anexo B). A segunda etapa consiste em estimar uma matriz de coeficientes a ser multiplicada pelos valores do consumo setorial de energia de modo a alocar os valores entre seus subsetores da Matriz Energética Ampliada.

Cabe salientar que uma avaliação mais particularizada das duas bases de dados devidamente compatibilizadas permite verificar que em alguns casos os fluxos de consumo que apresenta a Matriz Energética não são observados na MIP e vice versa. Assim, a utilização total ou parcial da matriz de coeficientes de expansão, de acordo a disponibilidade e consistência dos dados, gera três alternativas metodológicas de estimação do consumo de energia nos subsetores.

[5] Tonelada equivalente petróleo

Para fins didáticos a Matriz Energética (Tabela 1) e a Matriz de Recursos e Usos (Tabela 2) são apresentadas considerando apenas o setor Agropecuário e o setor Energético com seus respectivos subsetores.

Tabela 1. Fontes de Energia e Consumo Setorial na Matriz Energética do ano de 2008 em 1.000 tep

FONTES DE ENERGIA	SETORES				RESIDENCIAL	CONSUMO FINAL ENERGÉTICO
	Agropecuário	Energético	Demais setores	Consumo Setorial Total		
GÁS NATURAL	2	4.926	10.785	15.713	229	15.942
CARVÃO VAPOR	**0**	**0**	**3.046**	**3.046**	**0**	**3.046**
DEMAIS FONTES PRIMÁRIAS	2.538	13.305	27.286	43.128	7.706	50.834
ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL	2.540	18.231	41.117	61.888	7.935	69.823
ÓLEO DIESEL	5.685	152	31.990	37.827	0	37.827
GLP	22	19	1.501	1.543	6.043	7.585
DEMAIS FONTES SECUNDÁRIAS	1.663	6.277	79.512	87.452	8.760	96.212
ENERGIA SECUNDÁRIA TOTAL	7.371	6.448	113.003	126.822	14.803	141.625
TOTAL	9.911	24.679	154.120	188.710	22.738	211.448

Fonte: EPE (2010)

Tabela 2. Produtos e Setores da Matriz de Recursos e Usos compatíveis com a Matriz Energética do ano de 2008 em R$ 1.000.000

	SETORES									
	Agropecuário			Energético						
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Total	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Total	Demais setores	Total da atividade
Petróleo e gás natural	0	0	0	4117	104798	0	9852	118.767	141	118908
Carvão mineral	0	0	0	0	44	0	0	44	6774	6818
Demais Produto das Fontes Primaria	3583	637	4.220	0	0	277	188	464	25884	30568
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	**3583**	**637**	4.220	**4117**	**104842**	**277**	**10040**	119.275	**32799**	**156294**
Óleo diesel	5201	2036	7.238	781	61	139	2062	3.043	46971	57251
Gás liquefeito de petróleo	52	103	155	0	0	0	0	0	738	893
Demais Produtos das Fontes Secundárias	2784	1681	4.466	5111	8024	597	70834	84.567	298940	387973
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	**8038**	**3820**	11.858	**5892**	**8085**	**736**	**72896**	87.610	**346650**	**446118**
TOTAL	**11621**	**4458**	**16.078**	**10009**	**112927**	**1013**	**82936**	**206.885**	**379448**	**602411**
Total Consumo Setorial na MIP	71631	46837	118469	50915	142119	12805	73887	279726	2104316	2502511

Fonte: Guilhoto e Sesso Filho (2005)

2.1. Primeira Proposta Metodológica (Base BEN)

Como fator de expansão foi utilizado dois critérios: 1) o consumo de energia de cada setor, em tep, foi multiplicado pelo coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total do setor, em R$ e; 2) na ausência deles, ou seja, para os setores que apresentam consumo de energia, em tep, mas não apresentam coeficientes de expansão, em R$, foi utilizado o coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total da economia, em R$.

Com esses critérios só ocorrera consumo da fonte energética se a mesma for observada no BEN. Isso permitirá manter inalterada a estrutura de consumo setorial publicada pela EPE, ou seja, tanto o consumo total de energia como o consumo setorial permanecem inalterados.

A estimativa desses coeficientes (α_{ik}) é dada por:

$$\alpha_{ik} = \frac{Z_{ik}}{\sum_{k=1}^{n} Z_{ik}} \qquad (1)$$

Em que:

Z_{ik} o valor do produto *i* que é vendido para o subsetor *k*;

$\sum_{k=1}^{n} Z_{ik}$ representa o valor total do produto *i* vendido para o setor, onde *n* é o número de subsetores do setor.

Logo a matriz do consumo setorial de energia (E_I) em tep se obtém através de:

$$E_I = CS * \alpha_{ik} \qquad (2)$$

Em que:

CS o consumo de energia de cada setor

Com base na Tabela 2 pode-se calcular a matriz de coeficientes (α_{ik}) apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Matriz de Coeficientes (α_{ik}) Calculados a Partir dos Dados da Tabela 2

	SETORES								
	Agropecuário			Energético					
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Total	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Total	Demais setores
Petróleo e gás natural	0,0000	0,0000	0,0000	0,0347	0,8824	0,0000	0,0830	1,0000	1,0000
Carvão mineral	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
Demais Produto das Fontes Primaria	0,8490	0,1510	1,0000	0,0000	0,0000	0,5959	0,4041	1,0000	1,0000
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	0,8490	0,1510	1,0000	0,0345	0,8790	0,0023	0,0842	1,0000	1,0000
Óleo diesel	0,7187	0,2813	1,0000	0,2567	0,0200	0,0457	0,6776	1,0000	1,0000
Gás liquefeito de petróleo	0,3359	0,6641	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Demais Produtos das Fontes Secundárias	0,6235	0,3765	1,0000	0,0604	0,0949	0,0071	0,8376	1,0000	1,0000
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	0,6778	0,3222	1,0000	0,0673	0,0923	0,0084	0,8321	1,0000	1,0000
TOTAL	0,7227	0,2773	1,0000	0,0484	0,5458	0,0049	0,4009	1,0000	1,0000
Total Consumo Setorial na MIP	0,6046	0,3954	1,0000	0,1820	0,5081	0,0458	0,2641	1,0000	1,0000

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 4. Distribuição Setorial do Consumo de Energia Utilizando os Coeficientes da Tabela 3 e a Coluna de Cada Consumo Setorial da Tabela 1 - em 1.000 tep

	SETORES									
	Agropecuário			Energético						
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Total	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Total	Demais setores	Total da atividade
Petróleo e gás natural	1	1	2	171	4347	0	409	4926	10785	15713
Carvão mineral	0	0	0	0	0	0	0	0	3046	3046
Demais Produto das Fontes Primaria	2154	383	2538	0	0	7928	5377	13305	27286	43128
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	2156	384	2540	629	16025	42	1535	18231	41117	61888
Óleo diesel	4086	1599	5685	39	3	7	103	152	31990	37827
Gás liquefeito de petróleo	7	15	22	3	10	1	5	19	1501	1543
Demais Produtos das Fontes Secundárias	1037	626	1663	379	596	44	5258	6277	79512	87452
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	4996	2375	7371	434	595	54	5365	6448	113003	126822
TOTAL	7163	2748	9911	1194	13471	121	9893	24679	154120	188710

Fonte: Cálculo dos autores

O cálculo do valor a ser apropriado em cada subsetor será dado por (E_I), ou seja, pelos coeficientes obtidos na Tabela 3 multiplicado pelos valores do consumo de energia de cada setor encontrados na Tabela 1. Como resultado na Tabela 4 apresenta a distribuição do consumo de energia entre os subsetores.

Embora o setor Agropecuário consuma 2 tep de Petróleo e Gás Natural e o setor Energético 19 tep de Gás Liquefeito de Petróleo nos resultados preliminares da Tabela 4 apresentavam consumo zero. Isso porque a Matriz de Recursos e Usos para seus subsetores não apresenta coeficientes, assim, alternativamente, foi utilizado o coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total do setor na economia, em R$ (ultima linha da Tabela 3).

Pelos resultados fica evidente com este método de estimação que a estrutura da Matriz Energética é preservada, isso porque as linhas e colunas do consumo setorial da Tabela 1 coincidem com os valores linha e coluna de cada consumo setorial total da Tabela 4. Assim, trata-se de uma alternativa de manter coerência entre os dados do BEN e os da MIP, respeitando a estrutura de consumo da matriz energética nacional.

2.2. Segunda Proposta Metodológica (Base MIP Pura)

Como fator de expansão foi utilizado o seguinte critério: 1) o total de cada fonte de energia, em tep, foi multiplicado pelo coeficiente que representa a participação do setor no consumo total da atividade, em R$. Com esse critério os fluxos da BEN são desconsiderados já que só ocorrera consumo da fonte energética se a mesma for observada na MIP.

A estimativa desses coeficientes (α_{ij}) é dada por:

$$\alpha_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{k=1}^{n} Z_{ij}} \tag{3}$$

Em que:

Z_{ij} o valor do produto *i* que é vendido para o setor *j*;

$\sum_{k=1}^{n} Z_{ij}$ representa o valor total do produto *i* vendido para todos os setores da economia ou total da atividade, onde *n* é o número de setores da economia.

Logo a matriz do consumo setorial de energia (E_{II}) em tep se obtém através de:

$$E_{II} = CST * \alpha_{ij} \tag{4}$$

Em que:

CST o consumo setorial total de energia

Com base na Tabela 2 pode-se calcular também a matriz de coeficientes (α_{ij}) contida na Tabela 5:

Tabela 5. Matriz de Coeficientes (α_{ij}) Calculados a Partir dos Dados da Tabela 2

	SETORES							
	Agropecuário		Energético					
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Demais setores	Total da atividade
Petróleo e gás natural	0,0000	0,0000	0,0346	0,8813	0,0000	0,0829	0,0012	1,0000
Carvão mineral	0,0000	0,0000	0,0000	0,0064	0,0000	0,0000	0,9936	1,0000
Demais Produto das Fontes Primaria	0,1172	0,0209	0,0000	0,0000	0,0090	0,0061	0,8468	1,0000
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	0,0229	0,0041	0,0263	0,6708	0,0018	0,0642	0,2099	1,0000
Óleo diesel	0,0909	0,0356	0,0136	0,0011	0,0024	0,0360	0,8204	1,0000
Gás liquefeito de petróleo	0,0582	0,1151	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8267	1,0000
Demais Produtos das Fontes Secundárias	0,0072	0,0043	0,0132	0,0207	0,0015	0,1826	0,7705	1,0000
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	0,0180	0,0086	0,0132	0,0181	0,0017	0,1634	0,7770	1,0000
TOTAL	0,0193	0,0074	0,0166	0,1875	0,0017	0,1377	0,6299	1,0000

Fonte: Cálculo dos autores

O cálculo do valor a ser apropriado em cada subsetor será dado por E_{II}, ou seja, pelos coeficientes obtidos na Tabela 5 multiplicados pelos valores do Consumo Setorial Total de cada Fonte de Energia encontrados na Tabela 1. Como resultado na Tabela 6 apresenta a distribuição do consumo de energia entre os subsetores.

Tabela 6. Distribuição Setorial do Consumo de Energia Utilizando os Coeficientes da Tabela 5 e a Coluna do Consumo Setorial Total da Tabela 1 - em 1.000 tep

	SETORES							
	Agropecuário		Energético					
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Demais setores	Total da atividade
Petróleo e gás natural	0	0	544	13848	0	1302	19	15713
Carvão mineral	0	0	0	20	0	0	3027	3046
Demais Produto das Fontes Primaria	5055	899	0	0	390	265	36519	43128
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	1419	252	1630	41514	110	3975	12987	61888
Óleo diesel	3437	1345	516	40	92	1362	31035	37827
Gás liquefeito de petróleo	90	178	0	0	0	0	1275	1543
Demais Produtos das Fontes Secundárias	628	379	1152	1809	135	15967	67383	87452
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	2285	1086	1675	2298	209	20723	98545	126822
TOTAL	3640	1396	3135	35375	317	25980	118865	188710

Fonte: Cálculo dos autores

Os resultados deste método de estimação (Tabela 6), quando comparado com a Tabela 1, mostram consistência com o consumo setorial total de energia da Matriz Energética, contudo, os resultados do consumo de cada setor diferem significativamente, ou seja, a estrutura de distribuição setorial da Matriz Energética não é preservada.

2.3. Terceira Proposta Metodológica (Base MIP Ajustada)

Esta terceira proposta metodológica propõem a adequação do consumo de algumas fontes energéticas com os dados da matriz insumo-produto. Ela utiliza os coeficientes da Tabela 3, referentes à primeira proposta metodológica, contudo quando ocorre o consumo setorial pelos dados do BEN e não há consumo pelos dados da MIP, ao invés de utilizar o coeficiente que representa a participação do subsetor no consumo total da economia, foram incorporados os seguintes ajustes setoriais apresentados abaixo:

a) **Gás Natural**: para esta fonte energética optou-se por testar um novo ponderador, ao invés do setor de Petróleo e Gás utilizou-se o SIUP, que, também, contempla o consumo de gás;

b) **Carvão Vapor**: Os setores Alimentos e Bebidas e Não-Ferrosos e Outros da Metalurgia apresentam consumo pela utilização do ponderador. No entanto, pela MIP

não existe consumo de Carvão por tais setores. A opção foi de alocar o consumo de tais setores para o setor energético. Então o consumo do setor energético dados pelo BEN fica sendo o consumo de carvão vapor pelo setor energético mais os consumos da mesma fonte dos setores acima;

c) **Lenha**: os setores Ferro-Gusa e Aço e Ferro-Liga apresentam consumo de lenha, mas pala MIP não ocorre consumo nestes setores. A opção foi de adiciona tal consumo aos já registrados em setor Outras Indústrias (BEN) e realizar a alocação, conforme metodologia 1;

d) **Outras Fontes Primárias**: neste caso observa-se que pelo BEN ocorre consumo no setor de Cimento e não ocorre consumo no setor de Cerâmica, o contrário observado pela MIP. A opção, neste caso, foi de transferir o consumo do setor de cimento para o de cerâmica;

e) **Óleo Diesel**: Nesta fonte não se observa consumo residencial de tal fonte, contrariando os dados da MIP. A opção foi de alocar o consumo do setor transporte (BEN) entre as porções observados nos setores de Transporte e Consumo das Famílias (MIP);

f) **Óleo Combustível**: Aqui o problema está no setor público. Pelos dados do BEN o setor público realiza consumo de tal fonte. No entanto, pelos dados da MIP não se observa consumo em nenhum dos setores que compõem o setor público. A opção foi de alocar tal consumo para o setor Energético, somando ao valor original observado, e realizar a distribuição conforme a metodologia 1;

g) **GLP**: Aqui foram encontrados dois problemas. O primeiro se refere ao consumo do setor Cimento e Cerâmica, problema semelhante ao encontrado em "Outras fontes Primárias", o procedimento foi o mesmo. Segundo, os setores do BEN Energético, Mineração e Pelotização, Textil, Papel e Celulose, Ferro-Gusa e Aço, Ferro-Liga, Não-Ferrosos e outras da Metalurgia e Outras indústrias apresentam consumo de tal fonte mas seus correspondente na MIP não apresentam consumo. Como tem como principal função o cozimento optou-se por alocar o consumo destes setores para o setor de Serviços de Alojamento e Alimentação;

h) **Carvão Vegetal**: Ocorre o problema semelhante ao encontrado em "Outras fontes Primárias", entre o setor de cimento e cerâmica. Foi adotado o mesmo procedimento;

i) **Álcool**: Aqui, pelo BEN, só ocorre consumo no setor de transporte, diferentemente do observado na MIP (031001-álcool). A opção aqui foi calcular a participação no consumo setorial e residencial, ou seja, a soma do consumo intermediário e consumo residencial, e aplicá-lo na distribuição da fonte álcool;

j) **Gasolina**: situação semelhante ao álcool ocorre com esta fonte. A opção adotada foi a mesma, utilizando a linha 030903-Gasoálcool.

Como resultado na Tabela 7 apresenta-se a nova distribuição do consumo setorial de energia.

Tabela 7. Distribuição Setorial do Consumo de Energia Utilizando os Coeficientes da Tabela 3 Ajustados aos Indicadores da MIP Quando Existe Consumo Setorial - em 1.000 tep

	SETORES									
	Agropecuário			Energético						
PRODUTOS	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	Pecuária e pesca	Total	Petróleo e gás natural	Refino de petróleo e coque	Álcool	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	Total	Demais setores	Total da atividade
Petróleo e gás natural	1	1	2	284	115	30	4497	4926	10785	15713
Carvão mineral	0	0	0	0	66	0	0	66	2981	3046
Demais Produto das Fontes Primaria	2154	383	2538	0	0	7928	5377	13305	27286	43128
TOTAL FONTE PRIMÁRIA	2156	384	2540	284	181	7958	9874	18297	41051	61888
Óleo diesel	4086	1599	5685	39	3	7	103	152	28868	34706
Gás liquefeito de petróleo	66	50	117	0	29	6	314	348	3984	4450
Demais Produtos das Fontes Secundárias	951	801	1752	131	6326	130	2352	8939	58788	69479
TOTAL FONTE SECUNDÁRIA	5103	2451	7554	170	6358	143	2768	9439	91641	108634
TOTAL	7259	2835	10094	454	6539	8101	12643	27736	132692	170522

Fonte: Cálculo dos autores

Com esses ajustes agora só ocorrera consumo da fonte energética se a mesma for observada pelos dados da MIP. Isso provocará uma alteração no consumo setorial publicado pela EPE, responsável pelo BEM, mas o consumo total energético de cada fonte permanece inalterado. Este terceiro método é outra tentativa de se manter uma coerência entre a matriz de insumo produto e o balanço energético nacional. Cabe salientar finalmente que neste caso o total consumido pelas atividades intermediárias (170.522 tep) não coincide com o consumo (188.710 tep) dos métodos 1 e 2. A explicação é que parte do consumo de algumas fontes são alocadas para o consumo

residencial, tais como Óleo Diesel, Álcool e Gasolina. Contudo, o consumo total energético é preservado.

A questão é: como testar a consistência dos novos dados gerado? Os indicadores econômicos e energéticos calculados para cada setor pelos três métodos são convergentes ou divergentes no sistema econômico?

3. Aplicação da Metodologia na Construção da Matriz Insumo-Produto Hibrida e Análise Comparativa de Indicadores Econômicos

Considerando que não dispomos de uma matriz energética oficial mais desagregada para comparar resultados, acreditamos que a convergência dos indicadores econômicos e energéticos calculados para cada setor pelos três métodos propostos constitui-se uma análise plausível para avaliar a consistência dos dados. A partir dessa ótica, com o objetivo de avaliar comparativamente os resultados do consumo setorial de energia, foi construída uma Matriz Insumo-produto Hibrida para cada metodologia e foram calculados multiplicadores setoriais, índices intersetoriais, requerimentos setoriais de energia e suas emissões de gases de efeito estufa, medidos em $CO_{2\text{-eq}}$[6] (referindo-se simplesmente como CO_2 daqui em diante). O referencial teórico e cálculos são apresentados a seguir.

3.1. Processo de Construção da Matriz Insumo-Produto Híbrida

A estrutura do modelo insumo-produto híbrido apresentado nesta seção é proveniente das abordagens utilizadas para modelos inter-regionais, porém adaptado para um contexto regional. A utilização de unidades híbridas no modelo considera tanto a energia consumida no processo de produção de uma indústria quanto a energia empregada na produção dos insumos utilizados por ela, ou seja, a análise constitui-se um processo que rastreia os insumos até os recursos primários usados na sua produção. A primeira rodada dos insumos de energia revelará os requerimentos diretos de energia. As rodadas subsequentes de insumos energéticos definirão os requerimentos indiretos de energia. Logo, a soma desses dois requerimentos será o requerimento total de

[6] Dióxido de carbono equivalente, que no caso representa a soma de emissões de CO_2, CH_4 e N_2O, considerando seu potencial de aquecimento global, 1, 21 e 310, respectivamente, conforme UNFCCC (2010).

energia, cujo cálculo é algumas vezes chamado de intensidade de energia (MILLER e BLAIR, 2009).

A construção de um modelo de insumo-produto híbrido tem início com uma matriz de fluxos de energia em unidades físicas. Numa economia composta por *n* setores, dos quais *m* são setores de energia, a matriz de fluxos de energia será *E* (*mxn*). Assumindo-se que a energia consumida pela demanda final (em unidades físicas) será representada por E_y, e consumo de energia total na economia será representado por *F* (E_y e *F* são ambos os vetores coluna com *m*-elementos), e *i* será um vetor (*nx1*), cujos elementos são todos números "um" e dado por: $E_i + E_y = F$

Isto é, a soma de energia (de cada tipo descrito pelas filas de *E*) consumida pelos setores interindustriais mais o consumo da demanda final é a quantia total de energia consumida (e produzida) pela economia.

$$E = \begin{bmatrix} tep & tep & tep & tep \\ tep & tep & tep & tep \end{bmatrix} \tag{5}$$

Com a matriz *E* construída, é possível construir uma matriz de transações interindustriais em unidades híbridas. O procedimento consiste em substituir na matriz de transações interindustriais (Z) as linhas que representam os fluxos de energia em unidades monetárias pelas linhas que representam os fluxos *físicos* de energia, obtidos com base na matriz *E*. Após a substituição temos a nova matriz de fluxos interindustriais (Z^*), a qual representa os fluxos interindustriais de energia em unidades físicas e os demais fluxos em unidades monetárias.

Considere, por exemplo, o caso de quatro setores onde o primeiro setor é um setor de energia:

$$Z = \begin{bmatrix} \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \end{bmatrix} \tag{6}$$

Será substituída pela matriz de transações interindustriais híbrida descrita por:

$$Z^* = \begin{bmatrix} tep & tep & tep & tep \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \\ \$ & \$ & \$ & \$ \end{bmatrix} \tag{7}$$

Consequentemente, obtêm-se:

$$Z_i^* = \begin{cases} Z_j & \text{Para linhas que não são fluxos de energia} \\ E_k & \text{Para linhas que são fluxos de energia} \end{cases}$$

$$Y_i^* = \begin{cases} Y_j & \text{Para linhas que não são fluxos de energia} \\ e_{kj} & \text{Para linhas que são fluxos de energia} \end{cases}$$

$$X_i^* = \begin{cases} X_j & \text{Para linhas que não são fluxos de energia} \\ F_k & \text{Para linhas que são fluxos de energia} \end{cases}$$

$$F_i^* = \begin{cases} 0 & \text{Para linhas que não são fluxos de energia} \\ F_k & \text{Para linhas que são fluxos de energia} \end{cases}$$

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

$$X^* = \begin{bmatrix} tep \\ \$ \\ \$ \\ \$ \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$Y^* = \begin{bmatrix} tep \\ \$ \\ \$ \\ \$ \end{bmatrix} \tag{9}$$

A matriz de coeficientes técnicos (*A*) pode ser representada matricialmente como:

$$A = Z^{*}\left(\hat{X}\right)^{-1} \tag{10}$$

Logo, $A^{*} = Z^{*}\left(\hat{X}\right)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{tep}{tep} & \frac{tep}{\$} & \frac{tep}{\$} & \frac{tep}{\$} \\ \frac{\$}{tep} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{\$}{tep} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \\ \frac{\$}{tep} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} & \frac{\$}{\$} \end{bmatrix}$

As matrizes correspondentes, $A^{*} = Z^{*}\left(\hat{X}\right)^{-1}$ e $\left(I - A^{*}\right)^{-1}$, seguiram diretamente destas definições. Porém, algumas das características destas matrizes diferem do modelo tradicional de Leontief. Por exemplo, a soma da coluna A^{*} não é necessariamente menor que a unidade como no modelo tradicional.

Na estrutura da matriz de insumo-produto, o cálculo dos requerimentos de energia total, às vezes chamados intensidade de energia, é análogo ao cálculo da exigência total em unidades monetárias da indústria do modelo tradicional de insumo-produto de Leontief.

A matriz $\left(I - A^{*}\right)^{-1}$ tem as mesmas unidades de A^{*}, porém, ela representa os requerimentos (em *tep* ou unidades monetárias) por unidade (*tep* ou unidades monetárias) de demanda final (requerimento total), enquanto A^{*} representa o requerimento por unidade de produto total (requerimento direto).

3.2. Índices de Ligações de Rasmussen-Hirschman e Requerimentos de Energia no Sistema Econômico

Os índices de ligações de Rasmussen (1956) e Hirschman (1958) permitem identificar os setores que teriam maior poder de encadeamento dentro da economia. Os índices de ligações para trás, nos dizem o quanto um setor demanda dos outros, e os índices de ligações para frente, que nos dizem o quanto este setor é demandado pelos outros,

valores maiores que 1 indicam setores acima da média, e, portanto setores-chave para o crescimento da economia.

Desse modo, definimos b_{ij} como sendo um elemento da matriz inversa hibrida $\left(I - A^*\right)^{-1}$ ou simbolizado também como B; B^* como sendo a média de todos os elementos de B e B_{*j}, B_{i*} como sendo, respectivamente, a soma de uma coluna e de uma linha típica de B. Temos, então, os índices de ligações para trás $U_j = B_{*j} / n \ / B^*$ e os índices de ligações para frente $U_i = B_{i*} / n \ / B^*$

3.3. Requerimentos Setoriais de Energia no Sistema Econômico

Para obter a *matriz de requerimentos diretos de energia* e a *matriz de requerimentos totais de energia* extraem-se, respectivamente, as linhas dos fluxos de energia de A^* e $\left(I - A^*\right)^{-1}$.

Para isso é necessário criar a matriz F_i^* com dimensão (*nxn*), na qual os elementos de F^* que representam fluxos de energia são colocados ao longo da diagonal principal, e os demais elementos são zero.

$$F^* = \begin{bmatrix} tep & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & tep & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{11}$$

Com fins de adaptar o modelo inter-regional para um modelo regional os elementos da diagonal principal da matriz F^* em sua totalidade passam a ser constituídos por fluxos de energia.

$$F^* = \begin{bmatrix} tep & 0 & 0 & 0 \\ 0 & tep & 0 & 0 \\ 0 & 0 & tep & 0 \\ 0 & 0 & 0 & tep \end{bmatrix}$$

A matriz F^* esta composta por *n* elementos (representando o número de setores da economia, inclusive os setores energéticos) onde os elementos representativos dos setores de energia (*m* de *n* elementos) representam o total produzido de energia (em unidades físicas) por esses setores, e os demais elementos seriam zero.

Isolando a energia podemos construir primeiro a matriz do produto $F^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1}$; os elementos de F^*, F_i^*, definido como os elementos de não zero de F^* é idêntico aos valores correspondentes em X^*, o resultado deste produto é um vetor de um e zeros, os uns denotam as localizações do setor de energia. Pós multiplicando as matrizes de requerimentos diretos e de requerimentos totais de energia por $F^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1}$ recuperam-se apenas a intensidade de energia.

Logo, os coeficientes representam os requerimentos diretos (δ) e os requerimentos totais (α):

$$\delta = F^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1} A^* \tag{12}$$

$$\alpha = F^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1} \left(I - A^*\right)^{-1} \tag{13}$$

Os requerimentos indiretos de energia (γ) são obtidos da diferença entre δ e α:

$$\gamma = F^*\left(\hat{X}^*\right)^{-1} \left[\left(I - A^*\right)^{-1} - A^*\right] \tag{14}$$

3.4. Emissão de CO_2 no Sistema Econômico

Assumindo que as emissões de CO_2 estão linearmente relacionadas com os requerimentos de energia é possível obter tantos as emissões diretas de carbono, como também as emissões indiretas e totais.

Sendo c a matriz dos coeficientes que convertem a utilização de energia em emissões, tal que os elementos da diagonal principal sejam os coeficientes de conversão para cada setor e os demais sejam zero. Podemos reescrever a matriz F^* como sendo:

$$c = \begin{bmatrix} c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c \end{bmatrix}$$

Logo as emissões diretas, totais e indiretas serão respectivamente:

$$\delta_{CO_2} = cF^* \left(\hat{X}^* \right)^{-1} A^* \tag{15}$$

$$\alpha_{CO_2} = cF^* \left(\hat{X}^* \right)^{-1} \left(I - A^* \right)^{-1} \tag{16}$$

$$\gamma_{CO_2} = cF^* \left(\hat{X}^* \right)^{-1} \left[\left(I - A^* \right)^{-1} - A^* \right] \tag{17}$$

Dada à função de produção subjacente ao modelo de insumo-produto e considerando a hipótese de que a tecnologia é dada, a única maneira de um determinado setor reduzir sua emissão é reduzir, na mesma proporção, sua produção. Isso fará, necessariamente, que sua demanda pela produção dos demais setores diminua.

O impacto total na economia, contudo, depende de como os demais setores serão capazes de lidar com a queda na demanda do setor que sofreu a restrição. Pode-se imaginar que os demais setores serão capazes de redirecionar sua produção para a demanda final, fazendo com que o impacto na atividade econômica seja menor. Contrariamente, pode-se supor que a demanda final não será capaz de absorver a produção que antes era destinada ao setor afetado, situação que provocará um maior impacto na economia (HILGEMBERT; GUILHOTO, 2006).

3.5. Base de Dados

Para a construção do modelo insumo-produto em unidades híbridas, foram usados dados da Matriz insumo-produto do Brasil de 2008- unidades monetárias (milhões de reais) - (estimada por Guilhoto e Sesso Filho, 2005) e da Matriz energética do Brasil de 2008 - unidades físicas (mil tep) - (EPE, 2010).

As Matrizes Energéticas estimadas apresentam 56 setores consumidores semelhantes aos que apresenta a MIP nacional (ANEXO A). Entretanto, com fins de construir a matriz híbrida a agregação setorial foi de 53 x 53 setores, como mostram as tabela de resultados, uma vez que o setor Energético agregou ou está composto, em unidades físicas, pelo Petróleo e gás natural (setor 4); Refino de petróleo e coque (setor 14); Álcool (setor 15); Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana (setor 40). Essa agregação setorial que evidencia somente as fontes de energia permite avaliar o uso setorial de energia e suas correspondentes emissões de CO_2.

Seguidamente, em função da substituição da linha dos fluxos do setor energia em unidades monetárias por unidades físicas foi necessário balancear a matriz insumo-produto. Para isso, conforme Figueiredo et al. (2011), inicialmente se fez uma participação percentual da produção intersetorial pelo total do consumo intermediário, excluindo os valores do setor energia, e depois multiplicando essa participação pelo consumo intermediário total, para que a matriz ficasse balanceada, porém sem a linha do setor energia em unidades monetárias.

Finalmente, para fazer a conversão dos coeficientes de energia em emissões de CO_2 causado pelo consumo setorial de energia na economia foram utilizados os coeficientes

de conversão (Anexo C) encontrados na Matriz Energética e de Emissões (COEFICIENTE..., 2000). Eles representam a quantidade total de CO_2 medido em Gg/1000 tep emitidas na atmosfera.

4. Avaliação Comparativa dos Índices de Ligações, Requerimentos de Energia e Emissões de CO_2 Gerados com Base nas Três Metodologias.

A comparação entre os resultados obtidos das matrizes hibrida, conforme Guilhoto e Sesso Filho (2005), esta dividida em uma análise da correlação dos valores e classificação dos setores e em outra de acuidade, a qual busca avaliar as diferenças entre os valores. Essa analise permitirá verificar se existe convergência ou divergência de resultados entre os três métodos de estimar matrizes energéticas mais desagregadas.

4.1. Análise de Correlação

Analisando comparativamente os valores dos indicadores, que constam nas Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12, nota-se que os valores dos índices de ligações setoriais calculados utilizando as três metodologias propostas são próximos, entretanto fica evidente que os indicadores do método 1 e método 3 guardam maiores semelhanças para a maioria dos setores. Em particular a maior proximidade entre os métodos 1 e 3 aparecem no multiplicador tipo I, nas ligações para trás de Rasmussen e Hischman, nos requerimentos de energia e emissões setoriais.

Os indicadores econômicos citados são importantes na identificação de setores-chave para o crescimento e consumo de energia na economia, setores que deveriam ser privilegiados para investimentos e que seriam capazes de gerar crescimento econômico com respeito ao meio ambiente. A ordenação, ou classificação dos setores de acordo com os valores dos indicadores, é o principal fator de escolha dos setores-chave.

Para comparar as três metodologias a seguir foram calculados os índices de correlação de Pearson para as séries de valores e de Spearman para as ordenações. Para mais detalhes, ver Hoffmann (1982).

Tabela 8. Multiplicador de Produção Tipo I das Matrizes Híbridas Construídas com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética

		Método 1		Método 2		Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,845	39	1,856	38	1,836	39
2	Pecuária e pesca	2,196	29	2,203	29	2,186	29
3	**Energético**	2,190	30	2,295	25	2,196	28
4	Minério de ferro	1,813	41	1,785	42	1,784	43
5	Outros da indústria extrativa	2,070	34	2,046	33	2,042	33
6	Alimentos e Bebidas	2,989	2	3,039	1	2,966	1
7	Produtos do fumo	2,544	9	2,541	10	2,524	9
8	Têxteis	2,106	32	2,138	30	2,095	31
9	Artigos do vestuário e acessórios	2,099	33	2,107	31	2,089	32
10	Artefatos de couro e calçados	2,548	8	2,571	7	2,532	8
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	2,452	11	2,590	6	2,438	12
12	Celulose e produtos de papel	2,579	6	2,701	4	2,565	6
13	Jornais, revistas, discos	1,998	36	2,010	34	1,987	34
14	Produtos químicos	2,244	28	2,307	21	2,182	30
15	Fabricação de resina e elastômeros	2,378	16	2,566	8	2,388	15
16	Produtos farmacêuticos	1,939	37	2,005	35	1,944	36
17	Defensivos agrícolas	2,436	13	2,661	5	2,511	10
18	Perfumaria, higiene e limpeza	2,368	17	2,542	9	2,387	16
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	2,305	22	2,386	17	2,310	21
20	Produtos e preparados químicos diversos	2,355	19	2,430	13	2,365	18
21	Artigos de borracha e plástico	2,303	23	2,387	16	2,306	22
22	Cimento	3,000	1	2,296	24	2,842	2
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	2,269	26	2,096	32	2,277	25
24	Fabricação de aço e derivados	2,648	5	2,417	15	2,616	5
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	2,432	14	2,267	26	2,408	14
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	2,340	20	2,230	28	2,315	20
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	2,407	15	2,351	19	2,386	17
28	Eletrodomésticos	2,446	12	2,419	14	2,427	13
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	2,297	24	2,302	22	2,280	24
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,307	21	2,297	23	2,289	23
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	2,456	10	2,466	12	2,439	11
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	1,806	42	1,782	43	1,795	42
33	Automóveis, camionetas e utilitários	2,854	3	2,802	2	2,832	3
34	Caminhões e ônibus	2,847	4	2,795	3	2,826	4
35	Peças e acessórios para veículos automotores	2,559	7	2,496	11	2,545	7
36	Outros equipamentos de transporte	2,366	18	2,364	18	2,352	19
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	2,248	27	2,235	27	2,242	27
38	Construção	1,998	35	1,966	36	1,986	35
39	Comércio	1,479	50	1,504	49	1,474	50
40	Transporte, armazenagem e correio	2,154	31	1,830	40	1,894	37
41	Serviços de informação	1,859	38	1,856	37	1,849	38
42	Intermediação financeira e seguros	1,648	46	1,653	46	1,644	46
43	Serviços imobiliários e aluguel	1,137	52	1,141	52	1,138	52
44	Serviços de manutenção e reparação	1,486	49	1,487	50	1,483	49
45	Serviços de alojamento e alimentação	2,269	25	2,332	20	2,268	26
46	Serviços prestados às empresas	1,695	44	1,704	44	1,689	44
47	Educação mercantil	1,657	45	1,679	45	1,653	45
48	Saúde mercantil	1,804	43	1,829	41	1,802	41
49	Serviços prestados às famílias e associativas	1,818	40	1,842	39	1,806	40
50	Serviços domésticos	1,000	53	1,000	53	1,000	53
51	Educação pública	1,420	51	1,425	51	1,417	51
52	Saúde pública	1,638	47	1,646	48	1,634	47
53	Administração pública e seguridade social	1,613	48	1,647	47	1,618	48

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 9. Índices de Ligações de Rasmussen-Hischman para Frente das Matrizes Híbridas Construídas com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética

		Método 1		Método 2		Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,664	9	1,664	9	1,664	9
2	Pecuária e pesca	0,819	22	0,822	22	0,824	22
3	**Energético**	3,067	1	2,978	2	2,872	2
4	Minério de ferro	0,670	31	0,672	31	0,675	31
5	Outros da indústria extrativa	0,819	21	0,822	21	0,824	21
6	Alimentos e Bebidas	1,325	10	1,328	10	1,332	10
7	Produtos do fumo	0,477	50	0,479	50	0,481	50
8	Têxteis	0,985	16	0,988	16	0,992	16
9	Artigos do vestuário e acessórios	0,496	47	0,498	47	0,500	47
10	Artefatos de couro e calçados	0,606	36	0,608	36	0,610	36
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,807	23	0,810	23	0,813	23
12	Celulose e produtos de papel	1,046	15	1,049	15	1,053	15
13	Jornais, revistas, discos	0,799	24	0,801	24	0,803	24
14	Produtos químicos	2,361	5	2,365	5	2,370	5
15	Fabricação de resina e elastômeros	1,122	14	1,125	14	1,129	14
16	Produtos farmacêuticos	0,529	41	0,531	41	0,533	41
17	Defensivos agrícolas	0,747	27	0,749	27	0,751	27
18	Perfumaria, higiene e limpeza	0,544	40	0,546	40	0,548	40
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,555	39	0,557	39	0,559	39
20	Produtos e preparados químicos diversos	0,766	26	0,768	26	0,770	26
21	Artigos de borracha e plástico	1,219	12	1,222	12	1,225	12
22	Cimento	0,560	37	0,561	37	0,563	37
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,767	25	0,769	25	0,771	25
24	Fabricação de aço e derivados	1,703	8	1,707	8	1,712	8
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,888	18	0,890	18	0,893	18
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1,227	11	1,228	11	1,229	11
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,849	20	0,850	20	0,851	20
28	Eletrodomésticos	0,481	49	0,482	49	0,484	49
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,508	44	0,509	44	0,511	44
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,954	17	0,954	17	0,955	17
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,736	28	0,738	28	0,741	28
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,511	43	0,513	43	0,515	43
33	Automóveis, camionetas e utilitários	0,497	46	0,499	46	0,501	46
34	Caminhões e ônibus	0,514	42	0,516	42	0,518	42
35	Peças e acessórios para veículos automotores	1,210	13	1,213	13	1,217	13
36	Outros equipamentos de transporte	0,637	33	0,639	33	0,642	33
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,556	38	0,558	38	0,560	38
38	Construção	0,702	29	0,703	29	0,704	29
39	Comércio	3,054	2	3,058	1	3,063	1
40	Transporte, armazenagem e correio	2,657	3	2,654	3	2,652	3
41	Serviços de informação	1,964	7	1,964	7	1,964	7
42	Intermediação financeira e seguros	2,437	4	2,440	4	2,443	4
43	Serviços imobiliários e aluguel	0,879	19	0,878	19	0,878	19
44	Serviços de manutenção e reparação	0,641	32	0,643	32	0,645	32
45	Serviços de alojamento e alimentação	0,617	35	0,618	35	0,620	35
46	Serviços prestados às empresas	2,317	6	2,313	6	2,309	6
47	Educação mercantil	0,491	48	0,493	48	0,494	48
48	Saúde mercantil	0,501	45	0,502	45	0,504	45
49	Serviços prestados às famílias e associativas	0,684	30	0,685	30	0,687	30
50	Serviços domésticos	0,466	53	0,468	53	0,470	53
51	Educação pública	0,470	51	0,472	51	0,474	51
52	Saúde pública	0,466	52	0,468	52	0,470	52
53	Administração pública e seguridade social	0,631	34	0,632	34	0,633	34

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 10. Índices de Ligações de Rasmusse-Hischman para Trás das Matrizes Híbridas Construídas com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética

		Método 1		Método 2		Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,860	39	0,868	38	0,862	39
2	Pecuária e pesca	1,023	29	1,030	29	1,027	29
3	**Energético**	1,021	30	1,073	25	1,031	28
4	Minério de ferro	0,845	41	0,835	42	0,838	43
5	Outros da indústria extrativa	0,965	34	0,957	33	0,959	33
6	Alimentos e Bebidas	1,393	2	1,421	1	1,393	1
7	Produtos do fumo	1,186	9	1,188	10	1,185	9
8	Têxteis	0,981	32	1,000	30	0,984	31
9	Artigos do vestuário e acessórios	0,978	33	0,986	31	0,981	32
10	Artefatos de couro e calçados	1,188	8	1,202	7	1,189	8
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	1,143	11	1,211	6	1,145	12
12	Celulose e produtos de papel	1,202	6	1,263	4	1,204	6
13	Jornais, revistas, discos	0,931	36	0,940	34	0,933	34
14	Produtos químicos	1,046	28	1,079	21	1,025	30
15	Fabricação de resina e elastômeros	1,109	16	1,200	8	1,121	15
16	Produtos farmacêuticos	0,904	37	0,938	35	0,913	36
17	Defensivos agrícolas	1,135	13	1,245	5	1,179	10
18	Perfumaria, higiene e limpeza	1,104	17	1,189	9	1,121	16
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,074	22	1,116	17	1,085	21
20	Produtos e preparados químicos diversos	1,098	19	1,136	13	1,111	18
21	Artigos de borracha e plástico	1,073	23	1,116	16	1,083	22
22	Cimento	1,398	1	1,074	24	1,335	2
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	1,057	26	0,980	32	1,069	25
24	Fabricação de aço e derivados	1,234	5	1,130	15	1,228	5
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,133	14	1,060	26	1,131	14
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	1,090	20	1,043	28	1,087	20
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	1,122	15	1,099	19	1,120	17
28	Eletrodomésticos	1,140	12	1,131	14	1,140	13
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,071	24	1,077	22	1,071	24
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,075	21	1,074	23	1,075	23
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	1,145	10	1,153	12	1,145	11
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,842	42	0,834	43	0,843	42
33	Automóveis, camionetas e utilitários	1,330	3	1,310	2	1,330	3
34	Caminhões e ônibus	1,327	4	1,307	3	1,327	4
35	Peças e acessórios para veículos automotores	1,193	7	1,167	11	1,195	7
36	Outros equipamentos de transporte	1,103	18	1,106	18	1,105	19
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	1,048	27	1,045	27	1,053	27
38	Construção	0,931	35	0,919	36	0,933	35
39	Comércio	0,689	50	0,703	49	0,692	50
40	Transporte, armazenagem e correio	1,004	31	0,856	40	0,890	37
41	Serviços de informação	0,866	38	0,868	37	0,869	38
42	Intermediação financeira e seguros	0,768	46	0,773	46	0,772	46
43	Serviços imobiliários e aluguel	0,530	52	0,534	52	0,534	52
44	Serviços de manutenção e reparação	0,693	49	0,695	50	0,696	49
45	Serviços de alojamento e alimentação	1,057	25	1,090	20	1,065	26
46	Serviços prestados às empresas	0,790	44	0,797	44	0,793	44
47	Educação mercantil	0,772	45	0,785	45	0,776	45
48	Saúde mercantil	0,841	43	0,855	41	0,846	41
49	Serviços prestados às famílias e associativas	0,847	40	0,862	39	0,848	40
50	Serviços domésticos	0,466	53	0,468	53	0,470	53
51	Educação pública	0,662	51	0,666	51	0,665	51
52	Saúde pública	0,764	47	0,770	48	0,767	47
53	Administração pública e seguridade social	0,752	48	0,770	47	0,760	48

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 11. Requerimento Setorial Total de Energia com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética

		Método 1		Método 2		Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,088	23	0,094	24	0,083	27
2	Pecuária e pesca	0,092	22	0,096	22	0,087	26
3	**Energético**	0,194	8	0,251	3	0,197	6
4	Minério de ferro	0,110	18	0,095	23	0,094	22
5	Outros da indústria extrativa	0,145	11	0,132	12	0,130	11
6	Alimentos e Bebidas	0,170	9	0,197	5	0,157	9
7	Produtos do fumo	0,088	24	0,086	29	0,077	29
8	Têxteis	0,064	36	0,082	34	0,059	36
9	Artigos do vestuário e acessórios	0,045	41	0,049	41	0,039	41
10	Artefatos de couro e calçados	0,080	30	0,092	25	0,071	32
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,230	5	0,305	1	0,222	4
12	Celulose e produtos de papel	0,237	4	0,304	2	0,229	3
13	Jornais, revistas, discos	0,070	34	0,076	36	0,064	35
14	Produtos químicos	0,138	12	0,173	9	0,105	15
15	Fabricação de resina e elastômeros	0,097	21	0,199	4	0,102	18
16	Produtos farmacêuticos	0,051	40	0,087	28	0,054	37
17	Defensivos agrícolas	0,067	35	0,190	7	0,108	13
18	Perfumaria, higiene e limpeza	0,080	29	0,175	8	0,091	23
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,087	25	0,131	13	0,090	24
20	Produtos e preparados químicos diversos	0,082	27	0,123	15	0,088	25
21	Artigos de borracha e plástico	0,078	32	0,124	14	0,079	28
22	Cimento	0,543	1	0,159	10	0,457	1
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,211	6	0,117	16	0,216	5
24	Fabricação de aço e derivados	0,321	3	0,195	6	0,303	2
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,205	7	0,115	17	0,192	7
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,150	10	0,091	26	0,137	10
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,115	14	0,085	30	0,104	17
28	Eletrodomésticos	0,115	15	0,100	20	0,104	16
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,055	37	0,058	39	0,046	40
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,105	20	0,099	21	0,095	21
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,078	31	0,083	31	0,068	34
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,055	38	0,042	43	0,049	38
33	Automóveis, camionetas e utilitários	0,112	16	0,083	32	0,100	19
34	Caminhões e ônibus	0,108	19	0,080	35	0,097	20
35	Peças e acessórios para veículos automotores	0,123	13	0,089	27	0,115	12
36	Outros equipamentos de transporte	0,084	26	0,083	33	0,077	30
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,112	17	0,104	19	0,108	14
38	Construção	0,082	28	0,064	38	0,076	31
39	Comércio	0,031	43	0,045	42	0,028	43
40	Transporte, armazenagem e correio	0,328	2	0,152	11	0,187	8
41	Serviços de informação	0,028	44	0,027	49	0,023	48
42	Intermediação financeira e seguros	0,016	51	0,018	51	0,014	51
43	Serviços imobiliários e aluguel	0,005	52	0,007	52	0,005	52
44	Serviços de manutenção e reparação	0,023	48	0,023	50	0,021	49
45	Serviços de alojamento e alimentação	0,070	33	0,105	18	0,070	33
46	Serviços prestados às empresas	0,022	49	0,027	48	0,019	50
47	Educação mercantil	0,026	46	0,038	45	0,024	45
48	Saúde mercantil	0,037	42	0,051	40	0,036	42
49	Serviços prestados às famílias e associativas	0,054	39	0,067	37	0,047	39
50	Serviços domésticos	0,000	53	0,000	53	0,000	53
51	Educação pública	0,026	47	0,028	47	0,024	46
52	Saúde pública	0,027	45	0,031	46	0,024	44
53	Administração pública e seguridade social	0,021	50	0,040	44	0,024	47

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 12. Emissão Setorial Total de CO_2 com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética

		Método 1		Método 2		Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**	**Valores**	**Ordem**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	4909	34	3129	23	3163	30
2	Pecuária e pesca	5789	28	4858	11	3927	19
3	**Energético**	18583	4	17134	1	17473	3
4	Minério de ferro	7576	17	2797	31	3531	23
5	Outros da indústria extrativa	8851	13	3541	16	4385	16
6	Alimentos e Bebidas	14882	5	16246	2	11054	5
7	Produtos do fumo	6595	21	3102	25	3350	26
8	Têxteis	4250	39	2199	37	2075	40
9	Artigos do vestuário e acessórios	3436	42	1461	43	1558	42
10	Artefatos de couro e calçados	6300	23	3995	14	3416	25
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	8599	15	8212	6	6004	10
12	Celulose e produtos de papel	10798	6	11414	3	7735	6
13	Jornais, revistas, discos	4386	38	2705	32	2370	35
14	Produtos químicos	7157	19	5555	8	3528	24
15	Fabricação de resina e elastômeros	5895	27	5215	10	3183	29
16	Produtos farmacêuticos	4678	36	2544	34	2270	37
17	Defensivos agrícolas	5108	32	4612	12	3297	27
18	Perfumaria, higiene e limpeza	6387	22	5484	9	3672	22
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	5671	29	3723	15	3106	31
20	Produtos e preparados químicos diversos	5360	31	3366	19	2900	33
21	Artigos de borracha e plástico	5368	30	3415	18	2865	34
22	Cimento	20631	3	4324	13	12654	4
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	9116	10	2997	28	6907	7
24	Fabricação de aço e derivados	23998	2	8414	5	19409	1
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	9640	7	3284	21	6098	9
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	9563	8	3285	20	6368	8
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	8553	16	3045	27	5406	13
28	Eletrodomésticos	8896	12	3478	17	5541	12
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	5019	33	1846	39	2290	36
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	7255	18	2990	29	4239	17
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	6644	20	2576	33	3237	28
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	3984	40	1461	42	2156	39
33	Automóveis, camionetas e utilitários	8930	11	3080	26	5206	14
34	Caminhões e ônibus	8612	14	2943	30	5024	15
35	Peças e acessórios para veículos automotores	9133	9	3224	22	5970	11
36	Outros equipamentos de transporte	5989	24	2514	35	3784	20
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	5904	26	3112	24	3777	21
38	Construção	4754	35	1938	38	2952	32
39	Comércio	3764	41	1816	40	1594	41
40	Transporte, armazenagem e correio	54215	1	10982	4	18442	2
41	Serviços de informação	2779	44	953	47	1179	44
42	Intermediação financeira e seguros	1448	51	601	51	643	51
43	Serviços imobiliários e aluguel	371	52	189	52	206	52
44	Serviços de manutenção e reparação	1737	48	734	50	987	47
45	Serviços de alojamento e alimentação	5972	25	6066	7	4091	18
46	Serviços prestados às empresas	1985	47	864	48	889	49
47	Educação mercantil	2221	45	1134	45	1075	45
48	Saúde mercantil	2950	43	1594	41	1497	43
49	Serviços prestados às famílias e associativas	4461	37	2368	36	2171	38
50	Serviços domésticos	0	53	0	53	0	53
51	Educação pública	1495	50	862	49	849	50
52	Saúde pública	2086	46	1032	46	1032	46
53	Administração pública e seguridade social	1518	49	1378	44	900	48

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 13 possui os valores dos índices de correlação de Pearson para os valores dos indicadores econômico-energéticos calculados e do índice de correlação de Spearman para a comparação das classificações. Os valores do índice de Pearson para o multiplicador de produção e índice de ligações para frente e para trás, são muito próximos de um, o que indica uma relação próxima entre os valores dos indicadores econômicos calculados com os três métodos. Entretanto, nos valores dos indicadores energéticos como requerimento setorial de energia e emissões de CO_2 somente as correlações do método 1 e método 3 são próximos de um. Esse fato de certa forma

mostra uma convergência maior de resultados dessas duas propostas metodológicas.

Os valores do índice de Spearman corroboram a elevada correlação entre o método 1 e método 3 já que, por um lado, todos os indicadores gerados com base nesses dois métodos são significativos ao nível $\alpha = 0{,}01$ (teste unilateral, H0: correlação é igual a zero), rejeitando-se a hipótese de que não existe relação entre as classificações ou rankings (quanto maior do índice de Spearman frente aos valores críticos melhor significância). E por outro, as correlação dos métodos 1 e 2, métodos 2 e 3 embora apresentem significância no multiplicador e nos índices de ligações para trás e para frente, eles não são significativos nos indicadores de requerimentos de energia e emissões de CO_2.

Tabela 13. Índices de Correlação de Pearson para Valores dos Multiplicadores, dos Índices de Ligações, dos Requerimentos de Energia e das Emissões de CO_2 e Índice de Correlação Ordinal de Spearman para Ordenação e Teste-t

Indicadores	Métodos	Índice de correlação		
		Pearson	Spearmam	Significância unilateral $\alpha = 0{,}01$
Multiplicador de produção	Método 1 e Método 2	0,9523	0,4772	sim
	Método 1 e Método 3	0,9951	0,9679	sim
	Método 2 e Método 3	0,9693	0,5513	sim
Índice de ligações para Frente	Método 1 e Método 2	0,9999	0,9993	sim
	Método 1 e Método 3	0,9993	0,9993	sim
	Método 2 e Método 3	0,9998	1,0000	sim
Índice de ligações para Trás	Método 1 e Método 2	0,9523	0,4772	sim
	Método 1 e Método 3	0,9951	0,9679	sim
	Método 2 e Método 3	0,9693	0,5513	sim
Requerimento Setorial de Energia	Método 1 e Método 2	0,6424	-0,6118	não
	Método 1 e Método 3	0,9756	0,7172	sim
	Método 2 e Método 3	0,7120	-0,0207	não
Emissão Setorial de CO2	Método 1 e Método 2	0,6301	-0,6880	não
	Método 1 e Método 3	0,8763	0,8198	sim
	Método 2 e Método 3	0,7880	-0,5128	não

Fonte: Cálculo dos autores

4.2. Análise de Acuidade

A análise de correlação mostrou que há uma relação próxima das séries de resultados dos indicadores econômicos e energéticos das matrizes de insumo-produto hibridas estimadas, em particular os resultados dos métodos 1 e 3. No entanto, esta avaliação pode esconder grandes diferenças dos indicadores e, portanto, torna-se importante verificar as diferenças dos valores individuais calculados para os setores.

As Tabelas 14 a 18 mostram as diferenças dos valores obtidos dos indicadores econômicos das três matrizes de insumo-produto hibridas do Brasil estimado para o ano de 2008. É importante notar que os percentuais dos desvios calculados entre os métodos podem ser positivos ou negativos. A Tabela 14 apresenta as diferenças dos valores do multiplicador de produção obtidos pelos três métodos. Observa-se que dentre as três séries de resultados as diferenças entre os métodos 1 e 3 são os menores. Verifica-se que apenas o setor 40 (Transporte, armazenagem e correio) e 22 (Cimento) possuem erros de 8,45% e 3,80% respectivamente. O erro permanece abaixo de 1,99% para 50 dos 53 setores da economia.

As Tabelas 15 e 16 apresentam os índices de ligações intersetoriais. Observa-se que para os três métodos os índices de ligações para frente apresentam pequenas variações (erros abaixo de 0,5%) na maioria dos setores, exceto para o setor 3 (Energético) cuja diferença entre os métodos 1 e 3, chegam a 4,34%. Já para os índices de ligações para trás, as diferenças entre os três métodos são relativamente mais elevadas. Contudo, as variações entre os métodos 1 e 3 são as menores encontradas entre as três series, achegando no setor 39 (Comércio) a um máximo de 7,88%. Note-se que a diferença entre os métodos 1 e 2 alcança um erro de 37,63% no setor 22 (Cimento). Assim, podemos afirmar nesse contexto que os indicadores dos métodos 1 e 3 apresentam maior convergência de resultados.

As diferenças dos requerimentos setoriais de energia e das emissões de CO_2 apresentadas nas Tabelas 16 a 17, respectivamente, mostram entre os métodos 1 e 3 que ocorrem grandes variações (erros) para vários setores, chegando no setor 40 (Transporte, armazenagem e correio) a 33,50% nos requerimentos de energia e a 56,39% nas emissões de CO_2. É importante notar que entre as series dos métodos 1 e 2 e os métodos 2 e 3 não há correlação, de modo que o erro não pode ser previsto.

Tabela 14. Diferenças dos Valores do Multiplicador de Produção Tipo I das Matrizes Hibridas Construídas com Base nas Propostas Metodológicas de Expansão Setorial da Matriz Energética. Percentual com Base na Média dos Índices.

		Diferença		Diferença		Diferença	
		Método 1 – Método 2		Método 1 - Método 3		Método 2 - Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-0,01	-0,37	0,01	0,32	0,02	0,69
2	Pecuária e pesca	-0,01	-0,21	0,01	0,29	0,02	0,50
3	**Energético**	-0,11	-3,15	-0,01	-0,19	0,10	2,91
4	Minério de ferro	0,03	1,02	0,03	1,06	0,00	0,04
5	Outros da indústria extrativa	0,02	0,79	0,03	0,92	0,00	0,13
6	Alimentos e Bebidas	-0,05	-1,12	0,02	0,50	0,07	1,62
7	Produtos do fumo	0,00	0,08	0,02	0,52	0,02	0,44
8	Têxteis	-0,03	-1,03	0,01	0,34	0,04	1,36
9	Artigos do vestuário e acessórios	-0,01	-0,25	0,01	0,32	0,02	0,57
10	Artefatos de couro e calçados	-0,02	-0,58	0,02	0,44	0,04	1,02
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,14	-3,67	0,01	0,39	0,15	4,00
12	Celulose e produtos de papel	-0,12	-3,10	0,01	0,36	0,14	3,42
13	Jornais, revistas, discos	-0,01	-0,41	0,01	0,35	0,02	0,76
14	Produtos químicos	-0,06	-1,86	0,06	1,81	0,12	3,68
15	Fabricação de resina e elastômeros	-0,19	-5,13	-0,01	-0,25	0,18	4,75
16	Produtos farmacêuticos	-0,07	-2,24	-0,01	-0,18	0,06	2,04
17	Defensivos agrícolas	-0,23	-5,99	-0,08	-1,99	0,15	3,84
18	Perfumaria, higiene e limpeza	-0,17	-4,79	-0,02	-0,54	0,15	4,14
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,08	-2,30	0,00	-0,13	0,08	2,15
20	Produtos e preparados químicos diversos	-0,07	-2,10	-0,01	-0,29	0,06	1,79
21	Artigos de borracha e plástico	-0,08	-2,42	0,00	-0,10	0,08	2,29
22	Cimento	0,70	16,95	0,16	3,80	-0,55	-14,67
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,17	5,20	-0,01	-0,26	-0,18	-5,59
24	Fabricação de aço e derivados	0,23	5,99	0,03	0,83	-0,20	-5,34
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,16	4,63	0,02	0,65	-0,14	-4,08
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,11	3,16	0,02	0,70	-0,08	-2,51
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,06	1,57	0,02	0,59	-0,04	-0,99
28	Eletrodomésticos	0,03	0,73	0,02	0,51	-0,01	-0,22
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,01	-0,16	0,02	0,50	0,02	0,66
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,01	0,30	0,02	0,54	0,01	0,25
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-0,01	-0,27	0,02	0,48	0,03	0,74
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,02	0,87	0,01	0,41	-0,01	-0,47
33	Automóveis, camionetas e utilitários	0,05	1,24	0,02	0,52	-0,03	-0,73
34	Caminhões e ônibus	0,05	1,22	0,02	0,49	-0,03	-0,73
35	Peças e acessórios para veículos automotores	0,06	1,66	0,01	0,36	-0,05	-1,31
36	Outros equipamentos de transporte	0,00	0,06	0,01	0,39	0,01	0,33
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,01	0,40	0,01	0,20	-0,01	-0,20
38	Construção	0,03	1,07	0,01	0,38	-0,02	-0,69
39	Comércio	-0,02	-1,10	0,01	0,23	0,03	1,32
40	Transporte, armazenagem e correio	0,32	10,54	0,26	8,45	-0,06	-2,31
41	Serviços de informação	0,00	0,11	0,01	0,34	0,01	0,24
42	Intermediação financeira e seguros	0,00	-0,19	0,00	0,15	0,01	0,34
43	Serviços imobiliários e aluguel	0,00	-0,22	0,00	-0,03	0,00	0,18
44	Serviços de manutenção e reparação	0,00	-0,03	0,00	0,14	0,00	0,17
45	Serviços de alojamento e alimentação	-0,06	-1,83	0,00	0,03	0,06	1,84
46	Serviços prestados às empresas	-0,01	-0,36	0,01	0,21	0,01	0,56
47	Educação mercantil	-0,02	-0,87	0,00	0,17	0,03	1,03
48	Saúde mercantil	-0,02	-0,89	0,00	0,09	0,03	0,97
49	Serviços prestados às famílias e associativas	-0,02	-0,88	0,01	0,42	0,04	1,30
50	Serviços domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
51	Educação pública	0,00	-0,21	0,00	0,16	0,01	0,37
52	Saúde pública	-0,01	-0,29	0,00	0,20	0,01	0,49
53	Administração pública e seguridade social	-0,03	-1,40	0,00	-0,20	0,03	1,19

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 15. Diferenças dos índices de ligações setoriais de Rasmussen-Hirschman para frente das Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética. Percentual com base na média dos índices.

		Diferença		Diferença		Diferença	
		Método 1 – Método 2		Método 1 - Método 3		Método 2 - Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,000	0,00	0,000	0,01	0,000	0,00
2	Pecuária e pesca	-0,002	-0,19	-0,005	-0,42	-0,003	-0,23
3	**Energético**	0,090	1,97	0,195	4,34	0,106	2,39
4	Minério de ferro	-0,002	-0,21	-0,005	-0,46	-0,003	-0,25
5	Outros da indústria extrativa	-0,002	-0,19	-0,005	-0,42	-0,003	-0,23
6	Alimentos e Bebidas	-0,003	-0,15	-0,007	-0,34	-0,004	-0,18
7	Produtos do fumo	-0,002	-0,23	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
8	Têxteis	-0,003	-0,22	-0,007	-0,47	-0,004	-0,25
9	Artigos do vestuário e acessórios	-0,002	-0,22	-0,004	-0,47	-0,002	-0,26
10	Artefatos de couro e calçados	-0,002	-0,23	-0,005	-0,50	-0,002	-0,27
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,003	-0,22	-0,006	-0,47	-0,003	-0,25
12	Celulose e produtos de papel	-0,003	-0,19	-0,007	-0,42	-0,004	-0,22
13	Jornais, revistas, discos	-0,002	-0,13	-0,003	-0,29	-0,002	-0,15
14	Produtos químicos	-0,004	-0,11	-0,009	-0,24	-0,005	-0,13
15	Fabricação de resina e elastômeros	-0,003	-0,19	-0,007	-0,41	-0,004	-0,22
16	Produtos farmacêuticos	-0,002	-0,23	-0,004	-0,49	-0,002	-0,27
17	Defensivos agrícolas	-0,002	-0,19	-0,005	-0,40	-0,002	-0,22
18	Perfumaria, higiene e limpeza	-0,002	-0,21	-0,004	-0,45	-0,002	-0,24
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,002	-0,22	-0,004	-0,47	-0,002	-0,25
20	Produtos e preparados químicos diversos	-0,002	-0,17	-0,004	-0,38	-0,002	-0,20
21	Artigos de borracha e plástico	-0,003	-0,15	-0,006	-0,32	-0,003	-0,17
22	Cimento	-0,002	-0,19	-0,003	-0,40	-0,002	-0,22
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	-0,002	-0,17	-0,004	-0,37	-0,002	-0,20
24	Fabricação de aço e derivados	-0,004	-0,15	-0,009	-0,34	-0,005	-0,18
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	-0,002	-0,14	-0,004	-0,31	-0,002	-0,17
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-0,001	-0,06	-0,003	-0,14	-0,001	-0,07
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-0,001	-0,09	-0,002	-0,19	-0,001	-0,10
28	Eletrodomésticos	-0,002	-0,23	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,002	-0,22	-0,004	-0,48	-0,002	-0,26
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,000	-0,02	0,000	-0,03	0,000	-0,02
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-0,002	-0,21	-0,005	-0,47	-0,003	-0,25
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-0,002	-0,22	-0,004	-0,48	-0,002	-0,26
33	Automóveis, camionetas e utilitários	-0,002	-0,23	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
34	Caminhões e ônibus	-0,002	-0,23	-0,004	-0,49	-0,002	-0,26
35	Peças e acessórios para veículos automotores	-0,003	-0,17	-0,007	-0,38	-0,004	-0,20
36	Outros equipamentos de transporte	-0,002	-0,22	-0,005	-0,48	-0,003	-0,26
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	-0,002	-0,22	-0,004	-0,47	-0,002	-0,25
38	Construção	-0,001	-0,07	-0,002	-0,15	-0,001	-0,08
39	Comércio	-0,004	-0,09	-0,009	-0,19	-0,005	-0,10
40	Transporte, armazenagem e correio	0,002	0,06	0,005	0,12	0,003	0,07
41	Serviços de informação	0,000	-0,01	0,000	-0,02	0,000	-0,01
42	Intermediação financeira e seguros	-0,003	-0,09	-0,007	-0,19	-0,004	-0,10
43	Serviços imobiliários e aluguel	0,000	0,03	0,001	0,06	0,000	0,03
44	Serviços de manutenção e reparação	-0,002	-0,17	-0,004	-0,37	-0,002	-0,20
45	Serviços de alojamento e alimentação	-0,002	-0,18	-0,004	-0,40	-0,002	-0,21
46	Serviços prestados às empresas	0,004	0,11	0,009	0,25	0,005	0,14
47	Educação mercantil	-0,002	-0,21	-0,003	-0,46	-0,002	-0,25
48	Saúde mercantil	-0,002	-0,20	-0,003	-0,44	-0,002	-0,24
49	Serviços prestados às famílias e associativas	-0,001	-0,12	-0,003	-0,25	-0,001	-0,14
50	Serviços domésticos	-0,002	-0,23	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
51	Educação pública	-0,002	-0,23	-0,003	-0,49	-0,002	-0,27
52	Saúde pública	-0,002	-0,23	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
53	Administração pública e seguridade social	-0,001	-0,11	-0,002	-0,24	-0,001	-0,13

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 16. Diferenças dos índices de ligações setoriais de Rasmussen-Hirschman para trás das Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética. Percentual com base na média dos índices.

		Diferença		Diferença		Diferença	
		Método 1 – Método 2		Método 1 - Método 3		Método 2 - Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-0,008	-1,84	-0,002	-0,18	0,006	0,42
2	Pecuária e pesca	-0,007	-1,34	-0,003	-0,21	0,004	0,23
3	**Energético**	-0,053	-10,89	-0,011	-0,70	0,042	2,64
4	Minério de ferro	0,010	2,33	0,007	0,56	-0,003	-0,23
5	Outros da indústria extrativa	0,008	1,66	0,006	0,42	-0,002	-0,14
6	Alimentos e Bebidas	-0,028	-4,18	0,000	0,00	0,029	1,35
7	Produtos do fumo	-0,003	-0,44	0,000	0,02	0,003	0,17
8	Têxteis	-0,019	-3,90	-0,002	-0,16	0,016	1,10
9	Artigos do vestuário e acessórios	-0,007	-1,45	-0,003	-0,18	0,004	0,29
10	Artefatos de couro e calçados	-0,014	-2,46	-0,001	-0,06	0,013	0,75
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,068	-12,72	-0,002	-0,10	0,067	3,74
12	Celulose e produtos de papel	-0,061	-10,72	-0,002	-0,13	0,059	3,15
13	Jornais, revistas, discos	-0,009	-1,96	-0,002	-0,15	0,007	0,49
14	Produtos químicos	-0,033	-6,56	0,021	1,35	0,054	3,41
15	Fabricação de resina e elastômeros	-0,092	-18,03	-0,013	-0,76	0,079	4,48
16	Produtos farmacêuticos	-0,034	-7,81	-0,009	-0,69	0,025	1,77
17	Defensivos agrícolas	-0,109	-21,34	-0,044	-2,54	0,066	3,58
18	Perfumaria, higiene e limpeza	-0,085	-16,77	-0,018	-1,06	0,068	3,88
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,041	-7,99	-0,010	-0,63	0,031	1,88
20	Produtos e preparados químicos diversos	-0,039	-7,34	-0,013	-0,79	0,026	1,52
21	Artigos de borracha e plástico	-0,043	-8,40	-0,010	-0,60	0,034	2,02
22	Cimento	0,324	37,63	0,063	3,07	-0,261	-14,96
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,077	13,56	-0,012	-0,75	-0,089	-5,87
24	Fabricação de aço e derivados	0,104	15,51	0,006	0,31	-0,098	-5,62
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,073	12,13	0,002	0,14	-0,071	-4,36
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,047	8,31	0,003	0,19	-0,044	-2,78
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,022	3,93	0,002	0,09	-0,021	-1,26
28	Eletrodomésticos	0,009	1,48	0,000	0,01	-0,008	-0,49
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,006	-1,17	0,000	0,00	0,006	0,39
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,001	0,20	0,001	0,04	0,000	-0,02
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-0,009	-1,51	0,000	-0,02	0,008	0,47
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,008	1,91	-0,001	-0,09	-0,009	-0,74
33	Automóveis, camionetas e utilitários	0,020	2,96	0,000	0,01	-0,020	-1,00
34	Caminhões e ônibus	0,020	2,90	0,000	-0,01	-0,020	-1,00
35	Peças e acessórios para veículos automotores	0,025	4,17	-0,003	-0,14	-0,028	-1,58
36	Outros equipamentos de transporte	-0,003	-0,51	-0,002	-0,11	0,001	0,06
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,003	0,51	-0,005	-0,30	-0,007	-0,47
38	Construção	0,012	2,48	-0,002	-0,12	-0,013	-0,97
39	Comércio	-0,014	-4,10	-0,003	-0,27	0,011	1,06
40	Transporte, armazenagem e correio	0,148	25,67	0,114	7,88	-0,034	-2,59
41	Serviços de informação	-0,002	-0,38	-0,002	-0,16	0,000	-0,03
42	Intermediação financeira e seguros	-0,005	-1,29	-0,004	-0,35	0,001	0,07
43	Serviços imobiliários e aluguel	-0,004	-1,36	-0,004	-0,54	-0,001	-0,09
44	Serviços de manutenção e reparação	-0,003	-0,78	-0,004	-0,36	-0,001	-0,10
45	Serviços de alojamento e alimentação	-0,033	-6,45	-0,008	-0,47	0,025	1,57
46	Serviços prestados às empresas	-0,007	-1,78	-0,004	-0,30	0,003	0,29
47	Educação mercantil	-0,013	-3,37	-0,004	-0,34	0,009	0,76
48	Saúde mercantil	-0,014	-3,44	-0,005	-0,42	0,009	0,70
49	Serviços prestados às famílias e associativas	-0,014	-3,42	-0,001	-0,08	0,013	1,03
50	Serviços domésticos	-0,002	-0,70	-0,004	-0,50	-0,002	-0,27
51	Educação pública	-0,004	-1,33	-0,003	-0,34	0,001	0,10
52	Saúde pública	-0,006	-1,59	-0,004	-0,31	0,003	0,22
53	Administração pública e seguridade social	-0,019	-5,05	-0,008	-0,70	0,011	0,92

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 17. Diferenças do Requerimento Setorial Total de Energia das Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética. Percentual com base na média dos índices.

		Diferença		Diferença		Diferença	
		Método 1 – Método 2		Método 1 - Método 3		Método 2 - Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-0,006	-4,17	0,005	3,74	0,010	7,74
2	Pecuária e pesca	-0,004	-2,69	0,005	3,84	0,009	6,44
3	**Energético**	-0,057	-17,95	-0,003	-1,20	0,054	15,39
4	Minério de ferro	0,015	9,57	0,016	9,97	0,001	0,42
5	Outros da indústria extrativa	0,013	6,33	0,016	7,39	0,002	1,11
6	Alimentos e Bebidas	-0,028	-10,28	0,012	4,97	0,040	14,47
7	Produtos do fumo	0,002	1,35	0,011	8,65	0,009	7,35
8	Têxteis	-0,018	-16,95	0,006	6,20	0,024	21,24
9	Artigos do vestuário e acessórios	-0,004	-6,16	0,005	8,49	0,010	14,18
10	Artefatos de couro e calçados	-0,012	-9,53	0,009	7,97	0,021	16,65
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	-0,075	-19,63	0,008	2,37	0,083	19,99
12	Celulose e produtos de papel	-0,066	-17,07	0,008	2,22	0,074	17,74
13	Jornais, revistas, discos	-0,007	-6,27	0,006	5,64	0,013	11,53
14	Produtos químicos	-0,035	-15,37	0,034	17,62	0,068	30,25
15	Fabricação de resina e elastômeros	-0,102	-52,04	-0,005	-3,41	0,097	38,87
16	Produtos farmacêuticos	-0,036	-38,24	-0,003	-3,76	0,033	29,12
17	Defensivos agrícolas	-0,123	-75,66	-0,041	-33,66	0,082	33,58
18	Perfumaria, higiene e limpeza	-0,095	-56,63	-0,011	-8,52	0,084	38,21
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,044	-28,66	-0,002	-1,81	0,041	23,54
20	Produtos e preparados químicos diversos	-0,041	-28,40	-0,006	-4,40	0,035	21,13
21	Artigos de borracha e plástico	-0,046	-33,05	-0,002	-1,58	0,044	27,07
22	Cimento	0,383	61,59	0,086	11,14	-0,297	-76,70
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,094	34,84	-0,005	-1,46	-0,099	-43,82
24	Fabricação de aço e derivados	0,126	30,09	0,018	3,71	-0,108	-31,26
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,090	34,24	0,013	4,19	-0,077	-36,58
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,059	30,40	0,013	6,01	-0,046	-29,08
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,031	19,52	0,012	6,94	-0,019	-14,04
28	Eletrodomésticos	0,015	8,84	0,010	6,13	-0,004	-2,84
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,003	-3,48	0,009	11,99	0,012	15,18
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,006	3,61	0,010	6,70	0,005	3,15
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-0,005	-4,48	0,010	8,53	0,015	12,70
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,013	16,83	0,006	7,54	-0,007	-10,21
33	Automóveis, camionetas e utilitários	0,029	18,67	0,012	7,40	-0,017	-12,52
34	Caminhões e ônibus	0,028	18,93	0,011	7,26	-0,017	-12,98
35	Peças e acessórios para veículos automotores	0,034	20,57	0,008	4,17	-0,027	-18,37
36	Outros equipamentos de transporte	0,001	0,96	0,008	6,19	0,006	5,25
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,007	4,48	0,004	2,26	-0,004	-2,28
38	Construção	0,017	15,25	0,006	5,18	-0,011	-10,95
39	Comércio	-0,013	-24,92	0,003	6,17	0,016	27,46
40	Transporte, armazenagem e correio	0,176	43,60	0,141	33,50	-0,035	-14,25
41	Serviços de informação	0,002	3,85	0,005	13,16	0,004	9,52
42	Intermediação financeira e seguros	-0,003	-10,58	0,002	9,10	0,005	18,61
43	Serviços imobiliários e aluguel	-0,002	-23,87	0,000	-4,13	0,002	17,71
44	Serviços de manutenção e reparação	0,000	-1,03	0,002	5,21	0,002	6,20
45	Serviços de alojamento e alimentação	-0,034	-27,93	0,001	0,50	0,035	24,93
46	Serviços prestados às empresas	-0,005	-13,88	0,003	9,01	0,008	21,29
47	Educação mercantil	-0,012	-26,22	0,002	5,94	0,014	28,24
48	Saúde mercantil	-0,013	-20,98	0,001	2,28	0,014	21,00
49	Serviços prestados às famílias e associativas	-0,013	-15,13	0,006	8,19	0,019	21,55
50	Serviços domésticos	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
51	Educação pública	-0,002	-6,07	0,002	5,11	0,004	10,84
52	Saúde pública	-0,004	-9,26	0,003	6,76	0,007	15,27
53	Administração pública e seguridade social	-0,019	-45,51	-0,003	-8,10	0,016	30,94

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 18. Diferenças da Emissão Setorial Total de CO_2 das Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética. Percentual com base na média dos índices.

		Diferença		Diferença		Diferença	
		Método 1 – Método 2		Método 1 - Método 3		Método 2 - Método 3	
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**	**Valores**	**Percentual**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1781	27,51	1747	26,91	-34	-0,72
2	Pecuária e pesca	931	11,33	1862	24,02	931	13,65
3	**Energético**	1449	5,34	1110	4,06	-339	-1,31
4	Minério de ferro	4779	53,25	4045	43,30	-734	-16,09
5	Outros da indústria extrativa	5310	49,99	4466	40,44	-844	-14,72
6	Alimentos e Bebidas	-1364	-5,93	3827	18,75	5192	23,85
7	Produtos do fumo	3493	42,89	3246	39,25	-248	-5,19
8	Têxteis	2052	38,35	2175	41,14	124	3,82
9	Artigos do vestuário e acessórios	1976	47,41	1878	44,56	-97	-4,34
10	Artefatos de couro e calçados	2306	27,79	2884	36,01	578	10,14
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	387	3,05	2594	22,36	2207	19,68
12	Celulose e produtos de papel	-615	-3,73	3063	20,89	3679	24,07
13	Jornais, revistas, discos	1681	29,29	2016	36,18	335	8,61
14	Produtos químicos	1601	16,12	3628	40,67	2027	27,69
15	Fabricação de resina e elastômeros	680	8,00	2712	36,23	2032	29,85
16	Produtos farmacêuticos	2134	35,87	2408	41,43	274	7,44
17	Defensivos agrícolas	496	6,69	1811	26,80	1315	21,00
18	Perfumaria, higiene e limpeza	902	9,88	2714	33,01	1812	24,76
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1948	25,87	2565	35,51	617	11,69
20	Produtos e preparados químicos diversos	1995	28,32	2461	36,13	466	9,67
21	Artigos de borracha e plástico	1953	27,61	2503	36,80	550	11,34
22	Cimento	16307	71,55	7977	29,59	-8330	-78,21
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	6119	57,65	2209	17,57	-3910	-60,62
24	Fabricação de aço e derivados	15584	55,25	4588	13,61	-10996	-60,69
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	6355	56,33	3542	27,91	-2814	-44,43
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	6277	56,02	3195	25,06	-3083	-47,65
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	5508	54,67	3147	27,96	-2362	-41,09
28	Eletrodomésticos	5418	50,94	3355	28,76	-2062	-33,01
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3173	53,39	2729	44,28	-443	-14,82
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	4265	48,74	3016	32,17	-1249	-24,44
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	4068	51,29	3406	41,23	-662	-15,78
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	2523	53,52	1828	36,12	-695	-27,37
33	Automóveis, camionetas e utilitários	5850	55,88	3724	32,29	-2126	-37,41
34	Caminhões e ônibus	5668	56,22	3587	32,25	-2081	-38,15
35	Peças e acessórios para veículos automotores	5909	55,00	3163	26,10	-2746	-44,23
36	Outros equipamentos de transporte	3475	47,96	2205	27,97	-1270	-28,83
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	2792	37,43	2126	27,29	-666	-13,31
38	Construção	2816	49,21	1802	28,93	-1014	-29,70
39	Comércio	1949	41,71	2170	47,58	222	8,49
40	Transporte, armazenagem e correio	43233	72,41	35773	56,39	-7460	-36,93
41	Serviços de informação	1827	56,11	1601	47,52	-226	-14,66
42	Intermediação financeira e seguros	846	48,41	805	45,51	-41	-4,48
43	Serviços imobiliários e aluguel	182	39,05	165	34,85	-17	-5,69
44	Serviços de manutenção e reparação	1003	47,69	749	33,60	-254	-20,68
45	Serviços de alojamento e alimentação	-93	-1,04	1882	23,47	1975	24,35
46	Serviços prestados às empresas	1121	46,40	1096	45,13	-25	-1,92
47	Educação mercantil	1087	38,99	1146	41,54	59	3,52
48	Saúde mercantil	1356	36,19	1453	39,28	97	4,13
49	Serviços prestados às famílias e associativas	2093	37,08	2290	41,28	197	5,69
50	Serviços domésticos	0	0,00	0	0,00	0	0,00
51	Educação pública	632	32,84	646	33,65	13	1,03
52	Saúde pública	1054	40,52	1055	40,53	0	0,00
53	Administração pública e seguridade social	140	6,37	618	31,40	477	26,12

Fonte: Cálculo dos autores

A Tabela 19 e 20 apresenta as diferenças dos rankings dos indicadores econômicos e energéticos calculados, com as metodologias propostas, nesta pesquisa para o ano de 2008. Nota-se que nos multiplicadores e nos índices de ligações da Tabela 19 ocorrem diversas variações. Entretanto, as menores diferenças nas classificações são encontradas entre os métodos 1 e 3 variando entre 1 e 6 nos postos, sendo o maior erro encontrado nessa serie para o setor 40 (Transporte, armazenagem e correio). No entanto, os setores-chave (primeiros no ranking) permanecem os mesmos para as séries de resultados das matrizes estimadas.

Por sua vez, analise das diferenças dos rankings das emissões da Tabela 20 mostra novamente nos métodos 1 e 3 que os setores têm as menores diferenças nas classificações variando entre 1 e 8 nos postos. As diferenças dos requerimentos setoriais de energia destacam novamente os métodos 1 e 3 mostrando que a maioria apresenta variações entre 1 e 6 postos, com exceção do setor 17 (Defensivos agrícolas) cuja diferença alcança 22 postos.

Tabela 19. Diferenças na classificação dos setores de acordo com os valores dos indicadores econômicos (multiplicador, índice de ligações para frente e para trás) para as Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética

		Multiplicador de Produção			Índice de ligações para frente			Índice de ligações para trás		
		Diferença Métodos			Diferença Métodos			Diferença Métodos		
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**1 - 2**	**1 - 3**	**2 - 3**	**1 - 2**	**1 - 3**	**2 - 3**	**1 - 2**	**1 - 3**	**2 - 3**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
2	Pecuária e pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	**Energético**	5	2	-3	-1	-1	0	5	2	-3
4	Minério de ferro	-1	-2	-1	0	0	0	-1	-2	-1
5	Outros da indústria extrativa	1	1	0	0	0	0	1	1	0
6	Alimentos e Bebidas	1	1	0	0	0	0	1	1	0
7	Produtos do fumo	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1
8	Têxteis	2	1	-1	0	0	0	2	1	-1
9	Artigos do vestuário e acessórios	2	1	-1	0	0	0	2	1	-1
10	Artefatos de couro e calçados	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	5	-1	-6	0	0	0	5	-1	-6
12	Celulose e produtos de papel	2	0	-2	0	0	0	2	0	-2
13	Jornais, revistas, discos	2	2	0	0	0	0	2	2	0
14	Produtos químicos	7	-2	-9	0	0	0	7	-2	-9
15	Fabricação de resina e elastômeros	8	1	-7	0	0	0	8	1	-7
16	Produtos farmacêuticos	2	1	-1	0	0	0	2	1	-1
17	Defensivos agrícolas	8	3	-5	0	0	0	8	3	-5
18	Perfumaria, higiene e limpeza	8	1	-7	0	0	0	8	1	-7
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	5	1	-4	0	0	0	5	1	-4
20	Produtos e preparados químicos diversos	6	1	-5	0	0	0	6	1	-5
21	Artigos de borracha e plástico	7	1	-6	0	0	0	7	1	-6
22	Cimento	-23	-1	22	0	0	0	-23	-1	22
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	-6	1	7	0	0	0	-6	1	7
24	Fabricação de aço e derivados	-10	0	10	0	0	0	-10	0	10
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	-12	0	12	0	0	0	-12	0	12
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-8	0	8	0	0	0	-8	0	8
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-4	-2	2	0	0	0	-4	-2	2
28	Eletrodomésticos	-2	-1	1	0	0	0	-2	-1	1
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	2	0	-2	0	0	0	2	0	-2
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-2	-2	0	0	0	0	-2	-2	0
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-2	-1	1	0	0	0	-2	-1	1
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1
33	Automóveis, camionetas e utilitários	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
34	Caminhões e ônibus	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
35	Peças e acessórios para veículos automotores	-4	0	4	0	0	0	-4	0	4
36	Outros equipamentos de transporte	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Construção	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1
39	Comércio	1	0	-1	1	1	0	1	0	-1
40	Transporte, armazenagem e correio	-9	-6	3	0	0	0	-9	-6	3
41	Serviços de informação	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
42	Intermediação financeira e seguros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	Serviços imobiliários e aluguel	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	Serviços de manutenção e reparação	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1
45	Serviços de alojamento e alimentação	5	-1	-6	0	0	0	5	-1	-6
46	Serviços prestados às empresas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Educação mercantil	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	Saúde mercantil	2	2	0	0	0	0	2	2	0
49	Serviços prestados às famílias e associativas	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1
50	Serviços domésticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Educação pública	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	Saúde pública	-1	0	1	0	0	0	-1	0	1
53	Administração pública e seguridade social	1	0	-1	0	0	0	1	0	-1

Fonte: Cálculo dos autores

Tabela 20. Diferenças na classificação dos setores de acordo com os valores dos indicadores econômicos (requerimento setorial de energia e emissões setoriais de CO_2) para as Matrizes Hibridas construídas com base nas propostas metodológicas de expansão setorial da Matriz Energética.

		Requerimento Setorial Total de Energia			Emissão Setorial Total de CO2		
		Diferença Métodos			Diferença Métodos		
	MIP HIBRÍDA BR 2008	**1 - 2**	**1 - 3**	**2 - 3**	**1 - 2**	**1 - 3**	**2 - 3**
1	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	-1	-4	-3	11	4	-7
2	Pecuária e pesca	0	-4	-4	17	9	-8
3	**Energético**	5	2	-3	3	1	-2
4	Minério de ferro	-5	-4	1	-14	-6	8
5	Outros da indústria extrativa	-1	0	1	-3	-3	0
6	Alimentos e Bebidas	4	0	-4	3	0	-3
7	Produtos do fumo	-5	-5	0	-4	-5	-1
8	Têxteis	2	0	-2	2	-1	-3
9	Artigos do vestuário e acessórios	0	0	0	-1	0	1
10	Artefatos de couro e calçados	5	-2	-7	9	-2	-11
11	Produtos de madeira - exclusive móveis	4	1	-3	9	5	-4
12	Celulose e produtos de papel	2	1	-1	3	0	-3
13	Jornais, revistas, discos	-2	-1	1	6	3	-3
14	Produtos químicos	3	-3	-6	11	-5	-16
15	Fabricação de resina e elastômeros	17	3	-14	17	-2	-19
16	Produtos farmacêuticos	12	3	-9	2	-1	-3
17	Defensivos agrícolas	28	22	-6	20	5	-15
18	Perfumaria, higiene e limpeza	21	6	-15	13	0	-13
19	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	12	1	-11	14	-2	-16
20	Produtos e preparados químicos diversos	12	2	-10	12	-2	-14
21	Artigos de borracha e plástico	18	4	-14	12	-4	-16
22	Cimento	-9	0	9	-10	-1	9
23	Outros produtos de minerais não-metálicos	-10	1	11	-18	3	21
24	Fabricação de aço e derivados	-3	1	4	-3	1	4
25	Metalurgia de metais não-ferrosos	-10	0	10	-14	-2	12
26	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-16	0	16	-12	0	12
27	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	-16	-3	13	-11	3	14
28	Eletrodomésticos	-5	-1	4	-5	0	5
29	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-2	-3	-1	-6	-3	3
30	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-1	-1	0	-11	1	12
31	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0	-3	-3	-13	-8	5
32	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-5	0	5	-2	1	3
33	Automóveis, camionetas e utilitários	-16	-3	13	-15	-3	12
34	Caminhões e ônibus	-16	-1	15	-16	-1	15
35	Peças e acessórios para veículos automotores	-14	1	15	-13	-2	11
36	Outros equipamentos de transporte	-7	-4	3	-11	4	15
37	Móveis e produtos das indústrias diversas	-2	3	5	2	5	3
38	Construção	-10	-3	7	-3	3	6
39	Comércio	1	0	-1	1	0	-1
40	Transporte, armazenagem e correio	-9	-6	3	-3	-1	2
41	Serviços de informação	-5	-4	1	-3	0	3
42	Intermediação financeira e seguros	0	0	0	0	0	0
43	Serviços imobiliários e aluguel	0	0	0	0	0	0
44	Serviços de manutenção e reparação	-2	-1	1	-2	1	3
45	Serviços de alojamento e alimentação	15	0	-15	18	7	-11
46	Serviços prestados às empresas	1	-1	-2	-1	-2	-1
47	Educação mercantil	1	1	0	0	0	0
48	Saúde mercantil	2	0	-2	2	0	-2
49	Serviços prestados às famílias e associativas	2	0	-2	1	-1	-2
50	Serviços domésticos	0	0	0	0	0	0
51	Educação pública	0	1	1	1	0	-1
52	Saúde pública	-1	1	2	0	0	0
53	Administração pública e seguridade social	6	3	-3	5	1	-4

Fonte: Cálculo dos autores

Certamente, os conjuntos das variações entre classificações e valores dos indicadores refletem por um lado, as inconsistências da matriz energética com a matriz insumo-produto e por outro, os erros de estimativas das matrizes energética desta pesquisa. Contudo, a convergência entre os métodos 1 e 3 de certa forma mostram uma maior consistência de resultados para desagregar matrizes energéticas, na falta de uma matriz oficial mais desagregada.

5. Conclusões e Implicações Finais

O estudo parte da necessidade de elaborar um sistema de desagregação setorial da Matriz Energética que seja compatível com o número de setores que apresenta a MIP. Com esse fim, o artigo teve como objetivo propor e avaliar métodos alternativos que permitam elaborar uma Matriz Energética mais desagregada para o país. Para isso apresentou três propostas metodológicas e as avaliou comparativamente utilizando indicadores econômicos e energéticos calculado através do modelo insumo-produto híbrido.

Os resultados das propostas metodológicas para a economia brasileira no ano de 2008 mostram que os indicadores calculados através dos métodos 1 (Base BEN) e 3 (Base MIP Ajustada) são muito próximos, apresentando um alto índice de correlação de Pearson. Os índices de Spearman para as classificações dos valores corroboram a elevada correlação entre o método 1 e método 3, ou seja, as ordenações nessa série não são diferentes, testado estatisticamente a um nível de significância de $\alpha = 0{,}01$. Conclui-se, pois, que as metodologias 1 e 3 apresentam resultados mais convergentes o que possibilita estimar matrizes energéticas mais desagregadas e compatíveis com as matrizes insumo-produto.

Complementado a análise de correlação, as diferenças dos valores e ordem dos indicadores setoriais, permitiram verificar que os métodos 1 e 3 apresentaram as menores diferenças. O erro nos valores entre os dois métodos foram: para os multiplicadores permanece abaixo de 1,99% para mais de 94% dos resultados obtidos; para os índices de ligações para frente, o erro encontrou-se abaixo de 0,5%, e para os índices de ligações para trás, abaixo de 7,88%. Porém, as diferenças nos valores dos requerimentos de energia e emissões de CO_2 apresentaram grandes variações, podendo chegar a 56,39%. Os erros entre classificações (*ranking*) em geral são baixos, para os métodos 1 e 3, contudo a maior variação observada pode ser encontrada no setor 17 (Defensivos agrícolas).

Em síntese, fica evidente, por um lado, que o consumo de energia dos subsetores em unidades físicas está proporcionalmente relacionado com seus respectivos fluxos

monetários contidos na MIP. E por outro, que a utilização dos coeficientes técnicos mantendo a estrutura da Matriz Energética (método 1) ou, a utilização desses coeficientes, considerando ajustes setoriais quando ocorre o consumo setorial pelos dados do BEN e não há consumo pelos dados da MIP (método 3), gera dados consistentes, ou seja, próximos entre si. Assim, podemos afirmar que qualquer desses métodos permite estimar a matriz energética mais desagregada e compatível com a matriz insumo-produto.

Certamente, essa nova base de dados permitirá realizar análises estruturais da economia e o meio ambiente para anos mais recentes, na ausência de matrizes energéticas mais desagregadas ainda não disponibilizadas pelo Ministério de Minas e Energia (MME-EPE).

Referências

ABDALLAH, P.R.; MONTOYA, M.A. Perspectiva da utilização de modelos de insumo-produto na administração do meio ambiente. In: MONTOYA, M.A. (Ed.) **Relações intersetoriais do Mercosul e da economia brasileira**. Passo Fundo: Ed. UPF, 1998. p. 366

BULLARD, C.W.; HERENDEEN, R.A. The energy cost of goods and services. **Energy Policy**, v. 3, n. 4, p. 268-278, dez. 1975.

CASLER, S.D.; BLAIR, P.D**.** Economic structure, fuel combustion, and pollution emissions**. Ecological Economics.** v. 22, n.1, p. 19-27, jul. 1997.

COEFICIENTE da matriz de emissões: Projeto "fornecimento de instrumentos de avaliação de emissões de gases de efeito estufa acoplados a uma matriz energética". **Economia & Energia**, n. 24, 2000. Disponível em:<http://ecen.com/matriz/eee24/>. Acesso em: 30 out 2007.

CUMBERLAND. J.H. A regional interindustry model for analysis of development objectives. **Papers in Regional Science**, v. 17, n. 1, p. 65-94, jan. 1966.

DALY, H.E. On economics as a life science. **Journal of Political Economy**, v. 76, n. 3, p. 392-406, mar. 1968.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanço Energético Nacional 2010**: Ano base 2009. Rio de Janeiro, RJ: EPE, 2010. 276p

FORSSELL, O.; POLENSKE, K.R. Introduction: input-output and environment. **Economics Systems Research**, v. 10, n. 2, p. 91-97, 1998.

FIGUEIREDO, N. R. M.; ARAÚJO JUNIOR, I. T.; PEROBELLI, F. S. **Construção da matriz de insumo-produto híbrida para o estado de Pernambuco e avaliação da intensidade energética e de emissões de CO_2 setorial.** Disponível em: WWW.bnb.gov.br Acesso em 24/06/2011

HAWDON, D.; PEARSON, P.J. Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK. **Energy Economics**, v. 17, n. 1, p. 73-86, jan. 1995.

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

HIRSCHMAN, A.O. **The strategy of economic development**. New Haven:Yale University Press,1958. 217p. (Yale studies in economics 10)

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo: Pioneira, 1991. 426p.

GUILHOTO, J.J.M.; SESSO FILHO, U.A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**. v. 9. n. 2. p. 277-299. abr-jun. 2005.

ISARD w. et al. On the linkage of socio-economic and ecologic systems. **Papers in Regional Science**, v. 21, n. 1, p. 79-99, jan. 1968.

LEONTIEF, W. Environment repercussions and the economic structure: an input-output approach. **The review of economics and statistics**, v. 52, n. 3, p. 262-271, ago. 1970.

MILLER, E.R.; BLAIR, D.P. **Input–Output Analysis**: foundations and extensions. New York: Cambridge University Press, 2009. 750p.

RASMUSSEN, P.N. **Studies in inter-sectorial relations**. Amsterdam: North-Holland, 1956. 217p

UNFCCC. Union national framework convention on climate change. Global warming potencials. 2010. Disponível em <http://unfccc.int/ghg_data/items/3825.php>. Acesso em: 25 out. 2010.

ANEXO A. Agregação e compatibilização setorial para o ano de 2008 entre a MIP e a Matriz energética do Brasil.

Agregação Grandes Setores	COMPATIBILIZAÇÃO DAS ATIVIDADES DO BRASIL				
	MIP BRASIL 2008			MATRIZ ENERGETICA DO BRASIL 2008	
	Setores	Nível 80	DESCRIÇÃO ATIVIDADES	Código	DESCRIÇÃO ATIVIDADES
I	1	0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	11.2.5	Agropecuários
	2	0102	Pecuária e pesca	11.2.5	Agropecuários
II	3	0201	Petróleo e gás natural	11.2.1	Energético
	14	0309	Refino de petróleo e coque	11.2.1	Energético
	15	0310	Álcool	11.2.1	Energético
	40	0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	11.2.1	Energético
III	4	0202	Minério de ferro	11.2.7.4	Mineração e Pelotização
	5	0203	Outros da indústria extrativa	11.2.7.4	Mineração e Pelotização
IV	6	0301	Alimentos e Bebidas	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas
	7	0302	Produtos do fumo	11.2.7.7	Alimentos e Bebidas
V	8	0303	Têxteis	11.2.7.8	Têxtil
	9	0304	Artigos do vestuário e acessórios	11.2.7.8	Têxtil
	10	0305	Artefatos de couro e calçados	11.2.7.8	Têxtil
VI	11	0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	11.2.7.9	Papel e Celulose
	12	0307	Celulose e produtos de papel	11.2.7.9	Papel e Celulose
	13	0308	Jornais, revistas, discos	11.2.7.9	Papel e Celulose
VII	16	0311	Produtos químicos	11.2.7.6	Química
	17	0312	Fabricação de resina e elastômeros	11.2.7.6	Química
	18	0313	Produtos farmacêuticos	11.2.7.6	Química
	19	0314	Defensivos agrícolas	11.2.7.6	Química
	20	0315	Perfumaria, higiene e limpeza	11.2.7.6	Química
	21	0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	11.2.7.6	Química
	22	0317	Produtos e preparados químicos diversos	11.2.7.6	Química
	23	0318	Artigos de borracha e plástico	11.2.7.6	Química
VIII	24	0319	Cimento	11.2.7.1	Cimento
IX	25	0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	11.2.7.10	Cerâmica
X	26	0321	Fabricação de aço e derivados	11.2.7.3	Ferroligas
				11.2.7.2	Ferro-gusa e Aço
XI	27	0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	11.2.7.5	Não- Ferrosos e Outros Metálicos
	28	0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	11.2.7.5	Não- Ferrosos e Outros Metálicos
XII	29	0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	11.2.7.11	Outras indústrias
	30	0325	Eletrodomésticos	11.2.7.11	Outras indústrias
	31	0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	11.2.7.11	Outras indústrias
	32	0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	11.2.7.11	Outras indústrias
	33	0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	11.2.7.11	Outras indústrias
	34	0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	11.2.7.11	Outras indústrias
	35	0330	Automóveis, camionetas e utilitários	11.2.7.11	Outras indústrias
	36	0331	Caminhões e ônibus	11.2.7.11	Outras indústrias
	37	0332	Peças e acessórios para veículos automotores	11.2.7.11	Outras indústrias
	38	0333	Outros equipamentos de transporte	11.2.7.11	Outras indústrias
	39	0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	11.2.7.11	Outras indústrias
	41	0501	Construção	11.2.7.11	Outras indústrias
XIII	42	0601	Comércio	11.2.3	Comercial
	44	0801	Serviços de informação	11.2.3	Comercial
	45	0901	Intermediação financeira e seguros	11.2.3	Comercial
	46	1001	Serviços imobiliários e aluguel	11.2.3	Comercial
	47	1101	Serviços de manutenção e reparação	11.2.3	Comercial
	48	1102	Serviços de alojamento e alimentação	11.2.3	Comercial
	49	1103	Serviços prestados às empresas	11.2.3	Comercial
	50	1104	Educação mercantil	11.2.3	Comercial
	51	1105	Saúde mercantil	11.2.3	Comercial
	52	1106	Serviços prestados às famílias e associativas	11.2.3	Comercial
	53	1107	Serviços domésticos	11.2.3	Comercial
XIV	43	0701	Transporte, armazenagem e correio	**11.2.6**	Transporte Total
XV	54	1201	Educação pública	11.2.4	Público
	55	1202	Saúde pública	11.2.4	Público
	56	1203	Administração pública e seguridade social	11.2.4	Público

OBS: O consumo não identificado (11.2.8) foi adicionado ao consumo de Outras indústrias (11.2.7.11)

Fonte: Elaborado pelos autores

ANEXO B. Compatibilização dos fluxos setoriais da Matriz Energética com os fluxos setoriais da Matriz Insumo-Produto para estabelecer o fator de ponderação.

MATRIZ ENERGETICA DO BRASIL 2008	MIP (Tabela de Recursos e Usos) BRASIL 2008	
DESCRIÇÃO FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA	**NIVEL 80**	**DESCRIÇÃO ATIVIDADES**
PETRÓLEO		NC
GÁS NATURAL	020101	Petróleo e gás natural
CARVÃO VAPOR	020301	Carvão mineral
CARVÃO METALÚRGICO		NC
URÂNIO U_3O_8		NC
ENERGIA HIDRÁULICA		NC
LENHA	010112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura
PRODUTOS DA CANA	030115	Produtos das usinas e do refino de açúcar
OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	010112	Produtos da exploração florestal e da silvicultura
DESCRIÇÃO FONTES DE ENERGIA SECUNDÁRIA	**NIVEL 80**	**DESCRIÇÃO ATIVIDADES**
ÓLEO DIESEL	030905	Óleo diesel
ÓLEO COMBUSTIVEL	030904	Óleo combustível
GASOLINA	030903	Gasoálcool
GLP	030901	Gás liquefeito de petróleo
NAFTA		NC
QUEROSENE	030906	Outros produtos do refino de petróleo e coque
GÁS DE CIDADE E DE COQUERIA	040101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
COQUE DE CARVÃO MINERAL	020301	Carvão mineral
URÂNIO CONTIDO NO UO_2		NC
ELETRICIDADE	040101	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana
CARVÃO VEGETAL	031102	Produtos químicos orgânicos
ÁLCOOL ETÍLICO ANIDRO E HIDRATADO	031001	Álcool
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	030906	Outros produtos do refino de petróleo e coque
PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO		NC
ALCATRÃO	020301	Carvão mineral

NC: não consome

Fonte: Elaborado pelos autores

ANEXO C. Coeficientes de conversão da quantidade total de CO2 em Gg/1000 tep emitidas na atmosfera

	Gás Natural	Carvão Vapor	Carvão Metal	Lenha	Prod. Da Cana	Outra Fonte	Diesel	Combustível	Gasolina	GLP	Querosene	Gás	Coq. Car. Min.	Carvão Veg.	Álcool	Outras Fontes secund	Outras Secund Petroleo	Alcatrão
Energético	2,34	3,94	3,94	4,52	4,52	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,94	3,86	3,00	3,07	3,07	3,94
Residencial	2,34	3,78	3,78	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,78	3,46	2,71	3,07	3,07	3,78
Comercial	2,34	3,81	3,81	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,81	3,48	2,71	3,07	3,07	3,81
Público	2,34	3,81	3,81	4,23	4,23	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,81	3,79	2,71	3,07	3,07	3,07
Agropecuário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	2,78	3,46	2,39	3,07	3,07	3,78
Rodoviário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,35	2,62	2,97	3,07	3,98	3,95	2,76	3,07	3,07	3,95
Ferroviário	2,34	3,78	3,78	3,91	3,91	3,31	3,07	3,21	2,35	2,62	2,97	3,07	3,98	3,95	2,76	3,07	3,07	3,95
Aéreo	2,34	3,95	3,95	4,59	4,59	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,97	3,07	3,95	3,95	3,07	3,07	3,07	3,95
Hidroviário	2,34	3,95	3,95	4,59	4,59	3,31	3,07	3,14	2,87	2,62	2,97	3,07	3,95	3,95	3,07	3,07	3,07	3,95
Cimento	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Ferro-Gusa Aço	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Ferro-Ligas	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Mineração e pelotiz	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Não-Ferrosos	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Química	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Alimentos e Bebidas	2,34	3,81	3,81	4,55	4,55	3,31	3,07	3,21	2,87	2,61	2,98	3,07	3,93	3,48	3,03	3,07	3,07	3,81
Têxtil	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Papel e Celulose	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Cerâmica	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Outros	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93
Consumo Não-Id.	2,34	3,93	3,93	4,46	4,32	3,31	3,07	3,21	2,87	2,62	2,98	3,07	3,93	3,66	2,80	3,07	3,07	3,93

Fonte: COEFICIENTE…, 2000.