

PRODUÇÃO DAS TERMOELÉTRICAS BRASILEIRAS

Análise de impacto econômico através da matriz de insumo produto

Claudio Monteiro Considera

Roberto Olinto Ramos

Rio de Janeiro, 15 dezembro de 2012

PRODUÇÃO DAS TERMELETRICAS BRASILEIRAS

Análise de impacto econômico através da matriz de insumo produto

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A produção de carvão mineral no Brasil, localizada basicamente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, tem como destinação principal a geração de energia elétrica. Nossas vastas reservas são parcamente utilizadas e assim permanecerão eternamente, se a atual política de geração de energia elétrica continuar com o mesmo teor atual. Ao par desse desperdício o país perde com a não utilização de recursos energéticos relevantes para a segurança energética e com a renda e o emprego que poderiam ser gerados na cadeia de produção de energia. Desemprego, pobreza e outros males sociais localizados em municípios ricos em carvão, seriam o resultado direto dessa política.

Este estudo tem dois objetivos específicos. Mensurar o impacto na economia decorrente da implantação de uma usina a carvão de tamanho médio e, em seguida, apresentar as ligações (linkages) entre a geração termelétrica a carvão com a economia do país. Ambos os estudos foram realizados com base na matriz de insumo–produto para o Brasil em 2005 publicada pelo IBGE e ampliada para incorporar a atividade de geração termelétrica a carvão como mais uma atividade econômica na classificação adotada. O trabalho desagregado encontra-se após este sumário.

1.1 Impacto na economia brasileira da compra de máquinas e equipamentos na implantação de uma usina termelétrica

Na implantação de uma usina termelétrica é necessária a compra de máquinas, equipamentos e materiais, sendo que parte é importada e parte nacional. Supõe-se aqui uma usina termelétrica com capacidade de 340MW implantada pelo regime de EPC, ao custo de R\$ 2,242 bilhões (R\$ 6.595 milhões/MW). Desse total 60% equivalem à compra de máquinas, equipamentos, dos quais, 70% são importados; materiais e outros elementos associados aos bens de capital adquiridos (projetos, engenharia, montagem de equipamentos, etc.) equivalem a 35%. Os 5% restantes equivalem a obras civis. Portanto, os equipamentos nacionais representam 18% do total do valor da usina.¹ Têm-se então que os 18% de equipamentos nacionais somados a 35% de custos associados á engenharia, montagem e instalação dos equipamentos perfazem 53% dos gastos de instalação, realizados domesticamente. Esse estudo mostra os impactos desses gastos de instalação realizados no País, em termos da produção e geração de renda (valor adicionado) na economia brasileira.

O primeiro passo do trabalho foi utilizar uma lista de máquinas, equipamentos e materiais nacionais comprados no processo de implantação de uma usina termelétrica e fazer a associação deles (tradução) com os produtos da atual classificação das contas nacionais.

O segundo passo foi verificar quais são as atividades econômicas responsáveis pela maior parte da produção desses produtos. Com isso chegamos a quatro atividades econômicas que são afetadas diretamente pela compra dessas máquinas, equipamentos e materiais. Todavia, o resto da economia também é afetado na medida em que, para a produção dessas máquinas, equipamentos e materiais, necessitamos de insumos que vão desde a matéria prima básica até o consumo de energia elétrica e de serviços de engenharia, de montagens eletromecânicas, jurídicos e de auditoria, dentre outros.

As quatro atividades econômicas produtoras dessas máquinas, equipamentos e materiais são:

- Fabricação de tanques, caldeiras e reservatórios metálicos;

¹ A aquisição de terrenos não é considerada, pois é um bem de capital não produzido e não tem qualquer impacto no processo econômico.

- Fabricação de máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparação;
- Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos;
- Fabricação de aparelhos de medida, teste e controle.

O terceiro passo foi estimar os impactos em termos de obras civis.

Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1.1 A e B abaixo. Utilizando a matriz insumo produto calculada para a economia brasileira em 2005 chegamos a conclusão que os R\$ 1.118 milhões gastos em máquinas, equipamentos e materiais nacionais e despesas associadas à engenharia, montagem e instalação dos equipamentos, na implantação de uma usina termelétrica geram um impacto total na produção no país, levando-se em conta toda a cadeia produtiva, de 3.249,89 milhões, conforme a Tabela 1A mostra. O valor adicionado total (ou renda) gerado seria de R\$ 1.437,34 milhões com R\$ 820,65 milhões de remunerações de empregados.²

Considerando-se os gastos em obras de construção civil (Tabela 1B) de R\$ 112 milhões vê-se que esses gastos teriam um impacto total de R\$ 194,88 milhões a mais em termos do valor da produção, R\$ 92,96 milhões a mais de renda gerada, sendo R\$ 47,01 milhões a mais de remunerações de empregados e o restante de excedente e imposto sobre a produção.

Tabela 1.1 – Impacto da implantação de uma usina termelétrica a carvão

A - Impacto na economia brasileira da compra de R\$ 1.188 milhões de máquinas e equipamentos nacionais e despesas associadas na implantação de uma usina termelétrica

Variáveis	Impacto direto (R\$ Milhões)	Impacto indireto (R\$ Milhões)	Impacto total (R\$ Milhões)	Multiplicador
Valor adicionado total	386,07	1.051,27	1.437,34	3,72
Remunerações	289,07	531,58	820,65	2,84
Impostos s/ a produção	22,38	167,42	189,80	8,48
Excedente Operacional Bruto	74,62	352,26	426,89	5,72
Valor bruto de produção	1.188,00	2.061,89	3.249,89	2,74

B - Impacto na economia brasileira de R\$ 112 milhões gastos em construção civil na implantação de uma usina termelétrica

Variáveis	Impacto direto (R\$ Milhões)	Impacto indireto (R\$ Milhões)	Impacto total (R\$ Milhões)	Multiplicador
Valor adicionado total	58,24	34,72	92,96	1,60
Remunerações	24,64	22,37	47,01	1,91
Impostos s/ a produção	0,63	0,87	1,50	2,40
Excedente operacional bruto	32,97	11,48	44,45	1,35
Valor bruto de produção	112,00	82,88	194,88	1,74

²O Valor da produção equivale à receita obtida com a produção (preços x quantidades); o valor adicionado equivale à renda gerada pelos fatores de produção trabalho (remunerações), capital (excedente operacional bruto), e os impostos sobre a produção; os impostos sobre a produção não incluem IPI, ICMS e ISS - são impostos pagos pelas empresas por produzirem alguma coisa.

1.2. Resumo do impacto da produção de R\$ 2,18 bilhões das termelétricas em 2009 na economia brasileira

No ano de 2009 as termelétricas em operação no Brasil produziram um valor de R\$ 2,18 bilhões. Utilizando a matriz de insumo-produto de 2005 e as Tabelas e Recursos e Usos da economia nacional em 2009, pode-se verificar o impacto total no país. Para que essa produção se realize seria necessário mais R\$ 1,45 bilhão de produção de outros produtos que serão utilizados no processo produtivo das térmicas. Portanto, o impacto inicial na produção é de R\$ 3,628 bilhões. Levando-se em conta toda a cadeia produtiva (somando-se os impactos diretos e indiretos) o impacto total na produção é de R\$ 8,031 bilhões (3,628 + 4,403 = 8,031).

Na Tabela 1.2, a seguir, estão todos os impactos na economia além da produção. O valor adicionado total (ou renda) gerado na economia foi de R\$ 3,446 bilhões e os postos de trabalho gerados somaram 52.338. As remunerações do trabalho assalariado somaram R\$ 1,311 bilhão, enquanto que o excedente (remuneração de outros fatores que não o trabalho – principalmente capital) foi de R\$ 2,065 bilhões.

Variáveis	Impacto direto (incluindo a cadeia de produção) (R\$ Milhões)	Impacto indireto (R\$ Milhões)	Impacto total (R\$ Milhões)	Multiplicador sobre a economia do país*
Valor adicionado total	1.603	1.843	3.446	2,15
Remunerações	532	779	1.311	2,46
Impostos s/ a produção	33	37	70	2,12
Excedente operacional bruto	1.038	1.027	2.065	1,99
Valor bruto de produção	3.628	4.403	8.031	2,21
Postos de trabalho (unidade)**	28.604	23.734	52.338	1,83

* comparando o primeiro efeito que considera somente a cadeia imediata de produção das termelétricas

** sem considerar possíveis ganhos de produtividade

3. Resumo do impacto local da produção de uma termelétrica com capacidade de 340MW e valor da produção de R\$ 350 milhões anual

As Tabela 1.3 e 1.4, a seguir, apresentam os impactos sobre a economia local (um município ou área metropolitana), e a lista os principais municípios onde há ocorrência de minas de carvão com seus respectivos PIB, população total e população ocupada no ano de 2010.

Considerando-se o funcionamento de apenas uma termelétrica em um desses municípios a produção daquele município, seria aumentada em 518 milhões (R\$ 350 milhões multiplicados por 1,48) caso se considerasse apenas a usina e a mina local.³ O valor adicionado gerado (PIB) por esta usina seria de R\$ 117 milhões (levando-se em consideração a relação entre o valor adicionado e o valor da produção do complexo termelétrico em operação no País). Este valor adicionado geraria para o município R\$150 milhões (R\$ 117 milhões multiplicados por 1,28) a mais de PIB.

³ Foi considerado que no local (município ou área metropolitana) não existam outras atividades produtoras de insumos para a usina além de uma mina de carvão. Ou seja foi considerado apenas o multiplicador local com a usina e a mina.

Considerando-se que uma usina como esta do exemplo empregue 450 trabalhadores, o número de pessoas ocupadas seria acrescido de 1188 novos trabalhadores (450 multiplicados por 2,64), caso o impacto fosse apenas para a usina, associada à mina fornecedora do combustível (carvão mineral) à usina.

Evidentemente que estes mencionados impactos deixam de considerar todas as demais atividades que serão impactadas pelo funcionamento da usina e da mina a ela associada, na medida em que os trabalhadores contratados gastariam localmente seus salários movimentando uma enorme gama de atividades econômicas, aumentando o PIB, a população ocupada, etc., em efeito cascata.

Variáveis	Multiplicador local	Multiplicador local com exclusões*	Multiplicador local com a usina e a mina
Valor adicionado total	1,41	1,38	1,28
Remunerações	2,74	2,65	2,36
Impostos s/ a produção	1,94	1,88	1,79
Excedente operacional bruto	1,12	1,11	1,05
Valor bruto de produção	1,66	1,61	1,48
Postos de trabalho**	2,69	2,66	2,64

* excluindo óleo comb. e fabr., reparo e manuto de transform., gerad e ms elétr.s partes e peças

** sem considerar possíveis ganhos e produtividade

Tabela 1. 4 - MUNICÍPIOS CARBONÍFEROS - PIB E POPULAÇÃO TOTAL E OCUPADA - 2010

MUNICÍPIO	ESTADO	PIB - R\$ MIL	POP TOTAL	POP OCUPADA
Figueira	PARANÁ	70.558	8.485	2.573
Lauro Muller	RM Carbonífera - SC	212.597	14.173	3.252
Treviso	RM Carbonífera - SC	125.900	3.692	895
Maracajá	RM Carbonífera - SC	140.715	6.185	1.237
Içara	RM Carbonífera - SC	1.105.164	57.103	12.807
Siderópolis	RM Carbonífera - SC	264.666	12.967	3.537
Forquilha	RM Carbonífera - SC	610.420	21.928	5.169
Criciúma	RM Carbonífera - SC	3.712.776	188.557	71.489
Guaíba	RM Porto Alegre - RS	2.263.766	96.603	27.304
Triunfo	RM Porto Alegre - RS	6.259.376	25.374	6.001
Charqueadas	RM Porto Alegre - RS	842.184	36.045	8.282
Minas do Leão	RIO GRANDE DO SUL	94.649	8.124	1.907
Butiá	RIO GRANDE DO SUL	230.829	20.213	5.610
Cachoeira do Sul	RIO GRANDE DO SUL	1.427.207	86.557	22.176
Candiota	RIO GRANDE DO SUL	287.293	8.576	1.837
São Jerônimo	RM Porto Alegre - RS	327.331	21.289	4.668
Arroio dos Ratos	RM Porto Alegre - RS	140.640	14.181	3.865
Hulha Negra	RIO GRANDE DO SUL	107.407	6.448	846

2. PRODUÇÃO DAS TERMOELÉTRICAS BRASILEIRAS

Análise de impacto econômico através da matriz de insumo produto

2.1. OBJETIVO

Este estudo tem dois objetivos específicos. Apresentar as ligações (linkages) entre a geração termoelétrica a carvão com a economia do país e mensurar o impacto na economia da implantação de uma usina a carvão de tamanho médio. Ambos os estudos foram realizados com base em na matriz de insumo – produto para o Brasil em 2005 publicada pelo IBGE e ampliada para incorporar a atividade de geração térmica a carvão como mais uma atividade econômica na classificação adotada.

2.2. ESTIMAÇÃO DOS COEFICIENTES TÉCNICOS

Nesse trabalho, para estabelecer a ligação da produção de energia pelas termoelétricas com a economia nacional medindo seus impactos, para a identificação da inserção da atividade de geração de energia elétrica por térmicas a carvão na economia adotou-se a análise de multiplicadores com base nas matrizes de insumo – produto (MIP), coeficientes diretos e diretos mais indiretos. Os impactos da implantação de uma usina térmica foram estimados pelo modelo clássico de Leontief através do qual é possível calcular o impacto de um determinado gasto em bens de capital sobre a produção e geração de valor agregado na economia.

Os multiplicadores de insumo-produto permitem analisar as relações para trás (backward linkages), ou seja, o impacto que a atividade econômica tem sobre seus fornecedores. E as relações para frente (forward linkages) que são os impactos sobre os consumidores.

Atualmente a classificação na qual o sistema de contas nacionais e as matrizes de insumo -produto são divulgadas não apresentam a desagregação necessária de atividades que permita a análise da geração a carvão separadamente. A atividade mais próxima na classificação divulgada é “Produção e distribuição de energia elétrica”, onde estão incluídas todas as unidades geradoras de energia elétrica independente do tipo de tecnologia.

O primeiro trabalho desse estudo foi então criar uma nova atividade intitulada “Térmicas a carvão” separada da atividade de “Produção e distribuição de energia elétrica” que, com a separação, passou a se chamar “Produção e distribuição de energia elétrica exceto térmicas a carvão”.

A desagregação dessa atividade nova foi realizada em duas etapas. A partir informações fornecidas por pela Associação Brasileira de Carvão Mineral foi possível estimar o valor da produção de energia

elétrica, o consumo de carvão mineral, óleo combustível, óleo diesel, calcário e serviços terceirizado, as remunerações e o pessoal ocupado. Essas informações forma cruzadas com o vetor de consumo intermediário da matriz de insumo–produto de forma a se estimar um vetor para a geração térmica de acordo com a exigência do modelo de insumo-produto.

Com esses dados compatibilizados a matriz de produção da TRU foi aumentada da atividade Térmicas a Carvão que tem como produção o produto energia elétrica. A matriz de consumo intermediário foi ampliada incorporando uma coluna extra para a atividade de Térmicas a carvão com seus insumos e remuneração.

A partir das novas matrizes de produção e consumo intermediário, detalhado em de origem nacional ou importado foi possível resolver o modelo de cálculo das matrizes de coeficientes técnicos diretos e a matriz de Leontief (coeficientes diretos mais indiretos).

2.3 Âmbito

Com base na análise dos bens e serviços utilizados no processo produtivo das térmicas a carvão foi feita a abertura necessária de atividades econômicas que contemplassem a produção dos principais bens e serviços da cadeia das térmicas. Essa classificação de atividades da cadeia das térmicas a carvão, detalhada na Tabela 2.1 abaixo, está de acordo com a classificação atual de atividades do Sistema de Contas Nacionais do Brasil.

Tabela 2.1 - Atividades – produtos características da cadeia das térmicas a carvão

005001	Extração de carvão mineral
005001001	Carvão mineral
028001	Refino de petróleo
028001001	Asfalto de petróleo
028001002	Gás liquefeito de petróleo
028001003	Gasolina automotiva
028001004	Gasoálcool
028001005	Óleo combustível
028001006	Óleo diesel
028001007	Nafta p/petroquímica
028001008	Querosene de aviação
028001009	Outros produtos do refino do petróleo
051001	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
051001001	Geradores, transformadores e motores elétricos
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão
061001001	Energia elétrica
061001B	Térmicas a carvão
061001001	Energia elétrica
069001	Intermediação financeira
069001001	Serviços financeiros - exclusive sifim
069001002	Serviços de intermediação financeira indiretamente medidos (sifim)
073002	Serviços técnicos-profissionais
073002001	Serviço de assessoria jurídica/gestão empresarial
073002002	Serviços de arquitetura, engenharia e outros
073002003	Publicidade
073006	Outras atividades de serviços prestados principalmente às empresas
073006001	Outros serviços prestados principalmente às empresas
888888	Demais da indústria de transformação
888888888	Demais da indústria de transformação
999999	Demais atividades
999999999	Demais produtos

2.4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS MATRIZES DE COEFICIENTES TÉCNICOS

A compilação da matriz de Leontief do ano de 2005 para a cadeia das térmicas a carvão foi elaborada a partir da Tabela de Recursos e Usos (TRU) para o Brasil de 2005, com a desagregação segundo a classificação das contas nacionais dos produtos e atividades da cadeia, e da própria matriz de insumo produto da economia brasileira de 2005 publicada pelo IBGE. A atividade 061001 Produção e Distribuição de Energia Elétrica, constante da base de dados detalhados sobre as matrizes de insumo-produto e disponíveis sob solicitação à Coordenação de Contas nacionais do IBGE, foi desagregada

em duas atividades a 061001A Produção e Distribuição de Energia Elétrica – exceto térmicas a carvão e a 061001B Térmicas a Carvão.

A Tabela de Recursos e Usos traz informações sobre a composição da produção das atividades econômicas por produto, os insumos utilizados no processo produtivo e a demanda final por cada produto, entre outras.

Para o cálculo da matriz de Leontief é necessário se ter a matriz de produção com o valor de produção de cada produto distribuído pelas atividades que o produzem. A valoração utilizada é o preço básico já que o modelo de insumo-produto é baseado numa medida das relações entre quantidades consumidas e quantidades produzidas. A melhor *proxy* para essa relação é usar a valoração a preços básicos, já que esses excluem as margens de comércio e transporte além da maioria dos impostos e subsídios.

Além disso, a matriz dos insumos utilizados pelas diversas atividades tem que ser dividida em duas matrizes: a de insumos nacionais e a de insumos importados. Isso porque na construção da matriz de impacto intersetorial levam-se em conta somente os insumos nacionais.

A partir matriz de produção calcula-se a matriz D que informa o *market share*, ou seja, a participação setorial na produção dos produtos nacionais e a partir da matriz de insumos nacionais chega-se a matriz Bn dos coeficientes técnicos dos insumos nacionais.

A multiplicação de D por Bn gera a matriz dos coeficientes técnicos intersetoriais. A partir daí, fazendo-se a inversa da subtração da matriz identidade da matriz dos coeficientes técnicos intersetoriais chega-se a matriz de Leontief.

O modelo detalhado de cálculo das matrizes de coeficientes técnicos é descrito no Anexo I.

2.5. ANÁLISE DOS MULTIPLICADORES DIRETOS

As tabelas a seguir apresentam os multiplicadores diretos para a atividade Térmicas a carvão e para as demais atividades da economia agregadas (atividade 999999-*Demais Atividades*).

Os multiplicadores para traz (*backward linkages*) mostram o impacto de aumentos unitários no valor bruto da produção de cada atividade sobre as atividades fornecedoras de insumos. Por exemplo, a Tabela 2.2 apresenta as atividades que sofrem maior impacto da geração de energia elétrica com base em térmicas a carvão.

TABELA 2.2 – ATIVIDADES IMPACTADAS PELA GERAÇÃO A CARVÃO

Código da atividade	Descrição da atividade	BL	Média BL	PD	CV
005001	Ext. de carvão mineral	0,544	0,054	1,006	1,496
028001	Refino de petróleo	0,901	0,090	1,665	2,109
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	0,667	0,067	1,233	1,504
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão	0,475	0,047	0,878	1,467
061001B	Térmicas a carvão	0,629	0,063	1,163	2,085
069001	Intermediação financeira	0,346	0,035	0,640	1,255
073002	Serviços técnicos-profissionais	0,408	0,041	0,754	1,765
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	0,341	0,034	0,630	1,350
888888	Demais da indústria de transformação	0,720	0,072	1,331	1,742
999999	Demais atividades	0,378	0,038	0,699	1,213
	Média dos BL	0,541			
	Desvio -padrão	0,616			
	Coefficiente de variação	1,140			
	Média total	0,054			

A Tabela 2.3, abaixo, apresenta os indicadores para frente (*forward linkages*). Esses indicadores são interpretados como o impacto de um aumento de uma unidade monetária seu valor de produção sobre as atividades consumidoras.

Tabela 2.3 - Forward linkages diretos - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	FL	Média FL	SD	CV
005001	Ext. de carvão mineral	0,486	0,049	0,899	2,788
028001	Refino de petróleo	0,425	0,043	0,786	1,173
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	0,203	0,020	0,375	1,631
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão	0,443	0,044	0,820	1,562
061001B	Térmicas a carvão	0,008	0,001	0,015	1,562
069001	Intermediação financeira	0,288	0,029	0,533	1,171
073002	Serviços técnicos-profissionais	0,241	0,024	0,446	0,441
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	0,093	0,009	0,173	0,899
888888	Demais da indústria de transformação	2,216	0,222	4,097	0,848
999999	Demais atividades	1,005	0,100	1,857	0,599
	Média dos FL	0,541			
	Desvio -padrão	0,616			
	Coefficiente de variação	1,140			
	Média total	0,054			

2.6. ANÁLISE DOS MULTIPLICADORES DIRETOS + INDIRETOS

Uma das qualidades da análise de insumo produto é a propriedade da matriz de Leontief de representar o impacto total de variações na produção nas demais atividades.

A Tabela 2.4 apresenta o impacto para trás em toda a cadeia produtiva de um aumento unitário no valor bruto da produção.

Tabela 2.4 - Backward linkages - Multiplicadores diretos + indiretos - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	BL	Média BL	PD	CV
005001	Ext. de carvão mineral	2,421	0,242	1,031	0,723
028001	Refino de petróleo	3,620	0,362	1,541	0,647
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	2,770	0,277	1,180	0,703
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão	2,074	0,207	0,883	0,528
061001B	Térmicas a carvão	2,511	0,251	1,069	0,843
069001	Intermediação financeira	1,672	0,167	0,712	0,495
073002	Serviços técnicos-profissionais	1,889	0,189	0,804	0,600
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	1,809	0,181	0,770	0,590
888888	Demais da indústria de transformação	2,823	0,282	1,202	0,484
999999	Demais atividades	1,897	0,190	0,808	0,516
	Média dos FL	2,349			
	Desvio -padrão	1,824			
	Coefficiente de variação	0,777			
	Média total	0,235			

A Tabela 2.5 apresenta os indicadores diretos mais indiretos para frente. Como era de se esperar as atividades da cadeia tem um impacto para frente muito baixo. Isso por serem fornecedores basicamente para si mesma ou para a demanda final (formação bruta de capital fixo).

Tabela 2.5 - Forward linkages - Multiplicadores diretos + indiretos - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	FL	Média FL	SD	CV
005001	Ext. de carvão mineral	1,559	0,156	0,664	2,039
028001	Refino de petróleo	1,973	0,197	0,840	1,877
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	1,380	0,138	0,588	2,442
061001 ^a	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão	2,007	0,201	0,855	1,922
061001B	Térmicas a carvão	1,018	0,102	0,433	2,947
069001	Intermediação financeira	1,654	0,165	0,704	2,007
073002	Serviços técnicos-profissionais	1,551	0,155	0,660	1,919
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	1,185	0,119	0,505	2,575
888888	Demais da indústria de transformação	7,360	0,736	3,134	0,782
999999	Demais atividades	3,798	0,380	1,617	0,793
	Média dos FL	2,349			
	Desvio -padrão	1,824			
	Coefficiente de variação	0,777			
	Média total	0,235			

2.7. MULTIPLICADORES DE IMPORTAÇÃO

A partir da multiplicação da matriz do *market share* (D) e da matriz dos coeficientes técnicos dos insumos importados (Bm) chega-se a matriz dos coeficientes técnicos das importações (Tabela 2.6). Essa matriz mostra o efeito do aumento de produção da atividade Térmica a carvão sobre as importações. Como podemos observar, em geral, o efeito é pequeno, pois a maior parte dos insumos utilizados é de origem nacional.

Enquanto a média geral dos efeitos diretos para trás (*backward linkage*) da matriz dos coeficientes técnicos diretos é de 0,54, a da matriz das importações é de somente 0,52.

As atividades cujo aumento de produção afetariam mais as importações são ‘fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos’ e ‘demais produtos da indústria de transformação’.

Código da atividade	Descrição da atividade	Multiplicadores
005001	Ext. de carvão mineral	0,031
028001	Refino de petróleo	0,172
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	0,099
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão	0,041
061001B	Térmicas a carvão	0,015
069001	Intermediação financeira	0,019
073002	Serviços técnicos-profissionais	0,021
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	0,016
888888	Demais da indústria de transformação	0,087
999999	Demais atividades	0,017

2.8. DECOMPOSIÇÃO DO IMPACTO

A matriz de Leontief pode ser decomposta em uma série de potências de tal forma que os impactos nas diferentes etapas do processo produtivo podem ser estimados.

Pode-se escrever que:

$$(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}=\mathbf{I}+\mathbf{A}+\mathbf{A}^2+\mathbf{A}^3+\dots\mathbf{A}^n$$

Onde a matriz identidade representa o impacto na própria atividade (para atender a demanda de uma unidade monetária tem que produzir uma unidade), a matriz A representa o impacto nos fornecedores diretos, a A² o impacto na segunda etapa de produção e assim sucessivamente.

A Tabela 2.7 apresenta a decomposição dos multiplicadores até a quarta etapa do processo produtivo.

Tabela 2.7 - Decomposição do impacto por ciclo- Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	Backward Linkages				Forward Linkages			
		D.Bn	D.Bn ²	D.Bn ³	D.Bn ⁴	D.Bn	D.Bn ²	D.Bn ³	D.Bn ⁴
005001	Ext. de carvão mineral	0,544	0,344	0,212	0,128	0,486	0,030	0,017	0,010
028001	Refino de petróleo	0,901	0,657	0,419	0,256	0,425	0,234	0,127	0,075
051001	Fab. de geradores, transform. e motores elétricos	0,667	0,432	0,266	0,161	0,203	0,075	0,041	0,024
061001A	Produção e distribuição de energia elétrica, exceto térmicas a carvão.	0,475	0,249	0,142	0,083	0,443	0,236	0,133	0,078
061001B	Térmicas a carvão	0,629	0,342	0,213	0,130	0,008	0,004	0,002	0,001
069001	Intermediação financeira	0,346	0,144	0,075	0,043	0,288	0,145	0,087	0,053
073002	Serviços técnicos-profissionais	0,408	0,198	0,114	0,068	0,241	0,122	0,074	0,045
073006	Outras ativ. de serv. prest. princip. às empresas	0,341	0,190	0,111	0,066	0,093	0,036	0,022	0,013
888888	Demais da indústria de transformação	0,720	0,440	0,264	0,159	2,216	1,626	1,003	0,604
999999	Demais atividades	0,378	0,208	0,124	0,074	1,005	0,694	0,433	0,265

Anexo I: Tabelas de multiplicadores para o Brasil 55 atividades

Tabela I.1 - Backward linkages - Multiplicadores diretos MRI - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	BL	Média BL	PD	CV
0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	0,378	0,007	0,949	2,200
0102	Pecuária e pesca	0,468	0,009	0,961	2,314
0201	Petróleo e gás natural	0,474	0,009	1,048	1,795
0202	Minério de ferro	0,517	0,009	1,069	4,071
0203	Outros da indústria extrativa	0,527	0,010	1,508	4,248
0301	Alimentos e bebidas	0,743	0,014	1,536	2,003
0302	Produtos do fumo	0,757	0,014	1,054	4,893
0303	Têxteis	0,519	0,009	1,062	3,550
0304	Artigos do vestuário e acessórios	0,524	0,010	1,274	2,972
0305	Artefatos de couro e calçados	0,628	0,011	1,175	2,463
0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,579	0,011	1,243	1,721
0307	Celulose e produtos de papel	0,613	0,011	0,887	7,242
0308	Jornais, revistas, discos	0,437	0,008	1,344	3,984
0309	Refino de petróleo e coque	0,662	0,012	1,079	2,453
0310	Álcool	0,532	0,010	1,163	4,952
0311	Produtos químicos	0,573	0,010	1,387	0,981
0312	Fabricação de resina e elastômeros	0,684	0,012	0,786	3,284
0313	Produtos farmacêuticos	0,387	0,007	1,260	1,723
0314	Defensivos agrícolas	0,621	0,011	1,188	1,716
0315	Perfumaria, higiene e limpeza	0,585	0,011	1,096	1,951
0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,540	0,010	1,115	2,891
0317	Produtos e preparados químicos diversos	0,550	0,010	1,217	1,841
0318	Artigos de borracha e plástico	0,600	0,011	1,195	1,588
0319	Cimento	0,589	0,011	1,132	2,191
0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,558	0,010	1,176	1,730
0321	Fabricação de aço e derivados	0,580	0,011	1,022	2,694
0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,504	0,009	1,047	2,525
0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,516	0,009	1,217	2,301
0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,600	0,011	1,374	1,729
0325	Eletrodomésticos	0,677	0,012	0,856	2,295
0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,422	0,008	1,096	2,046
0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,540	0,010	1,132	0,941
0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,558	0,010	0,673	5,245
0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,332	0,006	1,488	2,119
0330	Automóveis, camionetas e utilitários	0,733	0,013	1,297	2,946
0331	Caminhões e ônibus	0,639	0,012	1,352	2,352
0332	Peças e acessórios para veículos automotores	0,666	0,012	1,178	1,449
0333	Outros equipamentos de transporte	0,581	0,011	0,988	3,400
0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,487	0,009	0,837	1,805
0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,413	0,008	0,748	1,437
0501	Construção	0,368	0,007	0,511	4,832
0601	Comércio	0,252	0,005	0,901	2,922
0701	Transporte, armazenagem e correio	0,444	0,008	0,830	2,370
0801	Serviços de informação	0,409	0,007	0,598	0,603
0901	Intermediação financeira e seguros	0,295	0,005	0,106	10,928
1001	Serviços imobiliários e aluguel	0,052	0,001	0,428	10,526
1101	Serviços de manutenção e reparação	0,211	0,004	0,997	2,015
1102	Serviços de alojamento e alimentação	0,491	0,009	0,659	2,496
1103	Serviços prestados às empresas	0,325	0,006	0,688	2,161
1104	Educação mercantil	0,339	0,006	0,850	1,313
1105	Saúde mercantil	0,419	0,008	0,636	1,467
1106	Outros serviços	0,314	0,006	0,402	5,132
1201	Educação pública	0,198	0,004	0,751	2,424
1202	Saúde pública	0,370	0,007	0,664	3,178
1203	Administração pública e seguridade social	0,327	0,006	0,768	3,820

Tabela I.2 - Forward linkages - Multiplicadores diretos MRI - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	FL	Média FL	SD	CV
0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,449	0,026	2,940	2,974
0102	Pecuária e pesca	0,272	0,005	0,552	4,639
0201	Petróleo e gás natural	0,490	0,009	0,993	6,275
0202	Minério de ferro	0,181	0,003	0,368	4,735
0203	Outros da indústria extrativa	0,273	0,005	0,554	2,396
0301	Alimentos e bebidas	1,023	0,019	2,076	2,772
0302	Produtos do fumo	0,048	0,001	0,098	7,339
0303	Têxteis	0,727	0,013	1,476	3,847
0304	Artigos do vestuário e acessórios	0,034	0,001	0,068	2,495
0305	Artefatos de couro e calçados	0,236	0,004	0,479	7,061
0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	0,401	0,007	0,815	4,381
0307	Celulose e produtos de papel	0,677	0,012	1,374	2,246
0308	Jornais, revistas, discos	0,237	0,004	0,482	2,073
0309	Refino de petróleo e coque	1,133	0,021	2,300	1,436
0310	Álcool	0,164	0,003	0,334	3,322
0311	Produtos químicos	1,459	0,027	2,961	2,187
0312	Fabricação de resina e elastômeros	0,640	0,012	1,298	2,572
0313	Produtos farmacêuticos	0,156	0,003	0,316	3,727
0314	Defensivos agrícolas	0,237	0,004	0,480	3,066
0315	Perfumaria, higiene e limpeza	0,117	0,002	0,237	2,678
0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,115	0,002	0,233	1,693
0317	Produtos e preparados químicos diversos	0,342	0,006	0,694	1,663
0318	Artigos de borracha e plástico	0,877	0,016	1,779	1,029
0319	Cimento	0,117	0,002	0,237	4,007
0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	0,312	0,006	0,634	2,164
0321	Fabricação de aço e derivados	1,191	0,022	2,417	2,004
0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	0,321	0,006	0,651	2,000
0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,863	0,016	1,752	1,147
0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	0,434	0,008	0,881	1,205
0325	Eletrodomésticos	0,045	0,001	0,091	4,628
0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,010	0,000	0,019	1,526
0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,531	0,010	1,078	1,990
0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0,201	0,004	0,408	4,761
0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	0,110	0,002	0,222	3,057
0330	Automóveis, camionetas e utilitários	0,046	0,001	0,094	5,598
0331	Caminhões e ônibus	0,074	0,001	0,151	5,344
0332	Peças e acessórios para veículos automotores	0,787	0,014	1,596	3,126
0333	Outros equipamentos de transporte	0,206	0,004	0,418	6,823
0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	0,085	0,002	0,173	1,921
0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	1,612	0,029	3,271	1,129
0501	Construção	0,250	0,005	0,508	1,875
0601	Comércio	2,177	0,040	4,418	0,557
0701	Transporte, armazenagem e correio	1,780	0,032	3,613	0,678
0801	Serviços de informação	1,122	0,020	2,276	1,391
0901	Intermediação financeira e seguros	1,158	0,021	2,350	0,933
1001	Serviços imobiliários e aluguel	0,259	0,005	0,526	0,867
1101	Serviços de manutenção e reparação	0,110	0,002	0,224	1,715
1102	Serviços de alojamento e alimentação	0,187	0,003	0,380	1,701
1103	Serviços prestados às empresas	1,452	0,026	2,945	0,886
1104	Educação mercantil	0,026	0,000	0,053	1,667
1105	Saúde mercantil	0,025	0,000	0,051	0,517
1106	Outros serviços	0,199	0,004	0,403	0,571
1201	Educação pública	0,003	0,000	0,005	0,844
1202	Saúde pública	0,000	0,000	0,000	1,636
1203	Administração pública e seguridade social	0,123	0,002	0,250	0,500

Tabela I.3 - Backward linkages - Multiplicadores diretos + indiretos MRI - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	BL	Média BL	PD	CV
0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	1,746	0,032	1,011	3,996
0102	Pecuária e pesca	1,968	0,036	0,957	4,340
0201	Petróleo e gás natural	1,863	0,034	1,010	3,993
0202	Minério de ferro	1,965	0,036	1,037	4,677
0203	Outros da indústria extrativa	2,018	0,037	1,264	3,421
0301	Alimentos e bebidas	2,459	0,045	1,225	3,777
0302	Produtos do fumo	2,385	0,043	1,013	4,035
0303	Têxteis	1,971	0,036	1,011	4,838
0304	Artigos do vestuário e acessórios	1,968	0,036	1,201	4,072
0305	Artefatos de couro e calçados	2,337	0,042	1,092	4,158
0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	2,126	0,039	1,126	3,490
0307	Celulose e produtos de papel	2,191	0,040	0,941	5,072
0308	Jornais, revistas, discos	1,832	0,033	1,175	3,423
0309	Refino de petróleo e coque	2,287	0,042	1,011	4,224
0310	Álcool	1,968	0,036	1,084	3,959
0311	Produtos químicos	2,109	0,038	1,218	3,095
0312	Fabricação de resina e elastômeros	2,370	0,043	0,877	4,732
0313	Produtos farmacêuticos	1,707	0,031	1,143	3,463
0314	Defensivos agrícolas	2,225	0,040	1,114	3,419
0315	Perfumaria, higiene e limpeza	2,168	0,039	1,062	3,663
0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	2,067	0,038	1,065	3,848
0317	Produtos e preparados químicos diversos	2,073	0,038	1,153	3,426
0318	Artigos de borracha e plástico	2,244	0,041	1,089	3,639
0319	Cimento	2,119	0,039	1,060	4,123
0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	2,063	0,038	1,085	3,664
0321	Fabricação de aço e derivados	2,112	0,038	1,007	4,102
0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,960	0,036	1,038	3,792
0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	2,021	0,037	1,115	3,524
0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	2,170	0,039	1,209	3,144
0325	Eletrodomésticos	2,353	0,043	0,906	4,575
0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,764	0,032	1,059	3,784
0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,062	0,037	1,050	3,722
0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	2,044	0,037	0,832	4,854
0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	1,619	0,029	1,282	3,186
0330	Automóveis, camionetas e utilitários	2,495	0,045	1,181	4,115
0331	Caminhões e ônibus	2,298	0,042	1,224	3,812
0332	Peças e acessórios para veículos automotores	2,382	0,043	1,108	3,441
0333	Outros equipamentos de transporte	2,157	0,039	1,012	4,820
0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	1,970	0,036	0,888	4,329
0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	1,728	0,031	0,881	4,420
0501	Construção	1,714	0,031	0,738	5,755
0601	Comércio	1,436	0,026	0,960	4,774
0701	Transporte, armazenagem e correio	1,868	0,034	0,864	4,963
0801	Serviços de informação	1,682	0,031	0,755	5,007
0901	Intermediação financeira e seguros	1,470	0,027	0,559	6,755
1001	Serviços imobiliários e aluguel	1,088	0,020	0,731	5,493
1101	Serviços de manutenção e reparação	1,422	0,026	1,050	3,803
1102	Serviços de alojamento e alimentação	2,043	0,037	0,801	4,723
1103	Serviços prestados às empresas	1,559	0,028	0,812	4,639
1104	Educação mercantil	1,580	0,029	0,897	4,228
1105	Saúde mercantil	1,745	0,032	0,809	4,655
1106	Outros serviços	1,574	0,029	0,688	5,504
1201	Educação pública	1,338	0,024	0,834	4,558
1202	Saúde pública	1,622	0,029	0,791	5,159
1203	Administração pública e seguridade social	1,539	0,028	0,897	4,719

Tabela I.4 - Forward linkages - Multiplicadores diretos + indiretos MRI - Brasil 2005

Código da atividade	Descrição da atividade	FL	Média FL	SD	CV
0101	Agricultura, silvicultura, exploração florestal	3,365	0,061	1,729	2,709
0102	Pecuária e pesca	1,617	0,029	0,831	5,073
0201	Petróleo e gás natural	2,924	0,053	1,502	2,884
0202	Minério de ferro	1,399	0,025	0,719	5,762
0203	Outros da indústria extrativa	1,523	0,028	0,783	5,125
0301	Alimentos e bebidas	2,692	0,049	1,383	3,585
0302	Produtos do fumo	1,051	0,019	0,540	7,348
0303	Têxteis	2,040	0,037	1,048	4,615
0304	Artigos do vestuário e acessórios	1,070	0,019	0,550	6,923
0305	Artefatos de couro e calçados	1,311	0,024	0,673	7,254
0306	Produtos de madeira - exclusive móveis	1,609	0,029	0,827	5,904
0307	Celulose e produtos de papel	2,119	0,039	1,089	4,158
0308	Jornais, revistas, discos	1,566	0,028	0,805	4,830
0309	Refino de petróleo e coque	3,975	0,072	2,043	2,134
0310	Álcool	1,324	0,024	0,681	5,557
0311	Produtos químicos	4,062	0,074	2,087	2,158
0312	Fabricação de resina e elastômeros	2,201	0,040	1,131	3,534
0313	Produtos farmacêuticos	1,193	0,022	0,613	6,166
0314	Defensivos agrícolas	1,457	0,026	0,749	5,497
0315	Perfumaria, higiene e limpeza	1,183	0,022	0,608	6,476
0316	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,184	0,022	0,608	6,215
0317	Produtos e preparados químicos diversos	1,601	0,029	0,822	4,667
0318	Artigos de borracha e plástico	2,491	0,045	1,280	3,081
0319	Cimento	1,167	0,021	0,599	6,534
0320	Outros produtos de minerais não-metálicos	1,465	0,027	0,753	5,237
0321	Fabricação de aço e derivados	3,194	0,058	1,641	2,761
0322	Metalurgia de metais não-ferrosos	1,621	0,029	0,833	4,727
0323	Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	2,542	0,046	1,306	3,089
0324	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	1,763	0,032	0,906	4,254
0325	Eletrodomésticos	1,052	0,019	0,541	7,171
0326	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	1,017	0,018	0,523	7,234
0327	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,851	0,034	0,951	4,347
0328	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	1,240	0,023	0,637	6,298
0329	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	1,143	0,021	0,587	6,679
0330	Automóveis, camionetas e utilitários	1,057	0,019	0,543	7,204
0331	Caminhões e ônibus	1,101	0,020	0,566	7,057
0332	Peças e acessórios para veículos automotores	2,373	0,043	1,219	4,050
0333	Outros equipamentos de transporte	1,294	0,024	0,665	7,021
0334	Móveis e produtos das indústrias diversas	1,150	0,021	0,591	6,454
0401	Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	4,683	0,085	2,406	1,973
0501	Construção	1,380	0,025	0,709	5,418
0601	Comércio	4,801	0,087	2,467	1,518
0701	Transporte, armazenagem e correio	4,640	0,084	2,384	1,702
0801	Serviços de informação	3,511	0,064	1,804	2,490
0901	Intermediação financeira e seguros	3,421	0,062	1,758	2,374
1001	Serviços imobiliários e aluguel	1,531	0,028	0,787	4,767
1101	Serviços de manutenção e reparação	1,257	0,023	0,646	5,833
1102	Serviços de alojamento e alimentação	1,294	0,024	0,665	5,675
1103	Serviços prestados às empresas	3,790	0,069	1,947	1,974
1104	Educação mercantil	1,050	0,019	0,539	7,004
1105	Saúde mercantil	1,049	0,019	0,539	7,007
1106	Outros serviços	1,384	0,025	0,711	5,315
1201	Educação pública	1,005	0,018	0,516	7,312
1202	Saúde pública	1,000	0,018	0,514	7,347
1203	Administração pública e seguridade social	1,256	0,023	0,645	5,844

Anexo II - CÁLCULO DAS MATRIZES DE INSUMO –PRODUTO

A descrição do modelo de cálculo das MIP é baseado em Ramos (1997).

Seja o seguinte esquema representativo de uma TRU apreços básicos:

Tabela II.1

	PRODUTOS NACIONAIS	ATIVIDADES	DEMANDA FINAL	VALOR DA PRODUÇÃO
PRODUTOS NACIONAIS		U_n	F_n	q
PRODUTOS IMPORTADOS		U_m	F_m	
ATIVIDADES	V		E	g
IMPOSTOS		T_p	T_e	
VALOR ADICIONADO		y'		
VALOR DA PRODUÇÃO	q'	g'		

As matrizes são representadas por letras maiúsculas e os vetores, considerados sempre colunas, por letras minúsculas.

V - matriz de produção, apresenta para cada atividade o valor da produção de cada um dos produtos;

q - vetor com o valor bruto da produção total por produto;

U_n - matriz de consumo intermediário nacional, apresenta para cada atividade o valor consumido de produtos de origem interna;

U_m - matriz de consumo intermediário importado, apresenta para cada atividade o valor consumido de produtos de origem externa;

F_n - matriz da demanda final por produtos nacionais, apresenta o valor consumido de produtos de origem interna consumidos por categoria da demanda final (consumo final das famílias e das administrações públicas, exportação, formação bruta de capital fixo e variação de estoques);

Fm - matriz da demanda final por produtos importados apresenta o valor dos produtos de origem externa consumidos pelas categorias da demanda final;

E - matriz da demanda final por atividade, representa a parcela do valor da produção de uma atividade destinada à demanda final. Estes dados não são observados, são calculados a partir de Fn;

Tp - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos (insumos) pelas atividades produtivas;

Te - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos pela demanda final;

g - vetor com o valor bruto da produção total por atividade;

y - vetor com o valor adicionado total gerado pelas atividades produtivas. É considerado como um vetor por medida de simplificação, na prática é uma matriz por atividade com o valor adicionado a custo de fatores e a preços básicos, as remunerações (salários e contribuições sociais), o excedente bruto operacional (obtido por saldo) e os impostos e subsídios incidentes sobre as atividades.

Das relações contábeis de um sistema de contas nacionais é possível escrever as equações para o valor da produção, por produto, por atividade e total⁴.

Considerando $i=\{\text{produtos}\}$ e $j=\{\text{atividades}\}$, tem-se:

valor da produção por produto

$$q = Un.i + Fn \quad E1$$

onde:

$$q_i = \sum_j un_{ij} + Fn_i$$

$$q = V'.i \quad E2$$

onde:

$$q_i = \sum_j v'.j_i$$

valor da produção por atividade

$$g = V.i \quad E3$$

⁴ Onde cada elemento do vetor-coluna i é igual à unidade.

onde:

$$g_j = \sum_i v_{ij}$$

valor da produção total

$$\sum_i q_i = \sum_j g_j \quad E4$$

O modelo é desenvolvido a partir de duas suposições: a demanda é alocada proporcionalmente ao *market-share* das atividades e a hipótese de tecnologia do setor.

A hipótese de *market-share* constante pode ser expressa por:

$$V = D \langle q \rangle^{-1} \quad E5$$

A hipótese de tecnologia do setor pode ser representada por uma matriz de coeficientes técnicos produto por atividade, calculada a partir da tabela U_n por:

$$B_n = U_n \langle g \rangle^{-1} \quad E6$$

Substituindo a equação E6 na equação E1 tem-se:

$$q = B_n \langle g \rangle \cdot i + F_n$$

$$q = B_n \cdot g + F_n \quad E7$$

Multiplicando ambos os lados da equação E5 pelo vetor i , obtém-se:

$$V \cdot i = D \langle q \rangle^{-1} \cdot i$$

$$g = D \cdot q \quad E8$$

E, substituindo E8 em E7

$$q = B_n \cdot D \cdot q + F_n \quad E9$$

A equação E9 pode ser escrita como um modelo de insumo-produto relacionando os produtos:

$$q = (I - B_n \cdot D)^{-1} \cdot F_n \quad E10$$

Por outro lado, substituindo a equação E7 em E8, obtém-se uma equação para o modelo de insumo-produto para as atividades:

$$g = D.(Bn.g + Fn)$$

$$g = D.Bn.g + D.Fn$$

$$g = (I-D.Bn)^{-1}.(D.Fn)$$

Para se estimar multiplicadores do impacto de aumentos unitários sobre a importação foi calculada uma matriz de coeficientes de importação pelo produto da matriz D pela matriz Bm, consumo intermediário de produtos importados.

Anexo III - MEDIDAS DERIVADAS EM MATRIZES DE INSUMO - PRODUTO

Os indicadores síntese são uma das aplicações clássicas das matrizes de insumo-produto⁵. Estes indicadores foram desenvolvidos procurando sintetizar a informação contida nas matrizes de coeficientes técnicos. Foram utilizados, nas comparações, os dois indicadores síntese mais utilizados, apresentados por Rasmussen (1956)⁶, e outros autores subsequentes, como Bulmer Thomas (1982), Miller and Blair (1985), a soma dos elementos das linhas e das colunas da matriz Z, conhecidos como *backward* e *forward linkages*.

Os *forward linkages* são definidos como:

$$FL = Z \cdot i$$

$$FL_i = \sum_j Z_{ij}$$

Este multiplicador é interpretado como o aumento total na produção de todos os setores quando há um aumento unitário pela demanda final da atividade i.

Os *backward linkages* são definidos como:

$$BL = i \cdot Z$$

$$BL_j = \sum_i Z_{ij}$$

Este multiplicador é interpretado como o aumento na produção da atividade j quando há um aumento unitário em toda a demanda final.

Para comparações das matrizes, são desenvolvidos índices normalizados. Calcula-se para cada linha ou coluna da matriz de Leontief a relação entre o seu coeficiente médio e a média total dos coeficientes.

A média por linha e coluna é calculada por:

$$\overline{BL}_j = \frac{\sum_i Z_{ij}}{n}$$

$$\overline{FL}_i = \frac{\sum_j Z_{ij}}{n}$$

⁵ Essa apresentação é baseada em Feijó C. et al, Contabilidade Social

⁶ Rasmussen (1963), pp. 127-133

E a média total dos coeficientes por:

$$MT = \frac{1}{n^2} \cdot \sum_i \sum_j Z_{ij}$$

Para cada coluna, ou seja, os setores vistos como consumidores, calcula-se:

$$PD_j = \frac{\overline{BL}_j}{MT}$$

Para cada linha, ou seja, os setores vistos como fornecedores, calcula-se:

$$SD_i = \frac{\overline{FL}_i}{MT}$$

Estes dois indicadores assinalam quais os setores que apresentam um comportamento acima ou abaixo da média (indicador maior ou menor que a unidade), PD_j indica a ordem de grandeza do impacto que uma variação na demanda final pela atividade j teria sobre seus fornecedores, é chamado de *poder de dispersão* da atividade j ; um PD acima de 1 indica impactos acima da média. O indicador SD_i indica a sensibilidade da atividade i a um aumento unitário da demanda final em todas as atividades, chamado de *sensibilidade de dispersão* da atividade i .

Complementando os indicadores de comportamento médio, são ainda utilizados na comparação de matrizes os coeficientes de variação (desvio-padrão dividido pela média), CV_i e CV_j para as linhas (i) e colunas (j) da matriz Z . Assim:

$$CV_i = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (Z_{ij} - \frac{1}{n} \sum_i Z_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_i Z_{ij}}$$

$$CV_j = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_j (Z_{ij} - \frac{1}{n} \sum_j Z_{ij})^2}}{\frac{1}{n} \sum_j Z_{ij}}$$

Estes coeficientes indicam se determinada atividade tem sobre a economia um peso uniforme – CV pequeno concentrado em torno da média, ou mais disperso – CV grande disperso em relação à média.

8. Bibliografia

Bulmer-Thomas, V. (1982) *Input-Output Analysis in Developing Countries*, John Wiley and Sons, Londres, 1982.

Miller, R. e Blair (1985), P. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, Second Edition.

(2009) O'Connor, R. e Henry, E. W. *Input-output analysis and its applications*, Cambridge University Press, Londres.

Rasmussen, P. N. (1956) *Relaciones Intersectorales*, Aguilar, Madrid.

IBGE (2008), *Matriz de Insumo – Produto 2000/2005 Brasil*, Rio de Janeiro

Ramos (1996), *Uma comparação dos modelos para o cálculo dos coeficientes técnicos diretos de Leontief*, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

OS AUTORES

Claudio Monteiro Considera – É graduado (UFF), mestre (UnB) e doutor (UFF) em economia. Atualmente é professor, nível associado do departamento de economia da Universidade Federal fluminense (UFF), de onde já foi chefe de departamento e diretor da Faculdade de Economia. Exerceu os cargos de Diretor de Pesquisa do IPEA, de onde é funcionário aposentado. Foi também chefe das Contas Nacionais do IBGE e Secretário de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda. Publicou: diversos artigos e um livro texto na área de Contas Nacionais; artigos na área de formação de preços industriais (ganhou o prêmio Haralambus Simionides da ANPEC, por isso); diversos artigos na área de defesa da concorrência para a OCDE/regulação e defesa da concorrência e publicados em diversos periódicos. Atualmente desenvolve pesquisa no IBRE/FGV onde publicou recentemente o artigo Distribuição Funcional da Renda no Brasil (1959/2009)

Roberto Olinto Ramos – É graduado em engenharia elétrica e sistemas, mestre em engenharia de sistemas e computação (tese em otimização) e doutor em engenharia de produção (tese em análise de insumo produto). Exerce atualmente a chefia da Coordenação de Contas Nacionais do IBGE de onde é funcionário há 25 anos, pertence ao grupo de estatísticas das Nações Unidas representando o IBGE e, é consultor do Fundo Monetário Internacional na área de contas nacionais. Publicou diversos artigos em revistas nacionais e internacionais, e um livro texto na área de Contas Nacionais.