

**ESTIMAÇÃO DA MATRIZ DE INSUMO-  
PRODUTO DE 2011 E ANÁLISE DO SISTEMA  
PRODUTIVO BRASILEIRO**

Admir Antonio Betarelli Junior

Fernando Salgueiro Perobelli

Vinícius de Almeida Vale

***TD. 001/2015***

***Programa de Pós-Graduação em Economia***

***Aplicada - FE/UFJF***

Juiz de Fora

2015

# ESTIMAÇÃO DA MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO DE 2011 E ANÁLISE DO SISTEMA PRODUTIVO BRASILEIRO

Admir Antonio Betarelli Junior<sup>1</sup>

Fernando Salgueiro Perobelli<sup>2</sup>

Vinícius de Almeida Vale<sup>3</sup>

## RESUMO

Este artigo objetiva estimar uma matriz de insumo-produto a partir das Tabelas de Recursos e Usos da nova série do Sistema de Contas Nacionais para 2011, dimensionadas por 68 atividades e 128 produtos, e a partir desta analisar as interdependências e encadeamentos do sistema produtivo brasileiro através das técnicas usuais de insumo-produto. É possível evidenciar que os setores de serviços têm fraca integração à cadeia produtiva, mas com significativa importância relativa no que diz respeito à geração de renda. Já o setor primário e da indústria da transformação são relativamente mais representativos na geração de emprego e revelam maior integração.

**Palavras-Chave:** Matriz de Insumo-Produto; Contas Nacionais; Análise Sistêmica; Brasil.

## ABSTRACT

The main aim of this paper is to estimate a Brazilian input-output matrix from new series of System of National Accounts (SNA) for 2011, formed by 68 sectors and 128 commodities. From this matrix, we analyze the interdependencies and linkages of the Brazilian production system through the usual input-output techniques. It is possible to observe that service sectors have a weak integration into the production chain, however, with a significant relative importance regarding to income generation. On the other hand, primary and industry sectors are relatively more representative in generating employment and they reveal greater integration.

**Keywords:** Input-Output matrix; National Accounts; Systemic analysis; Brazil.

**JEL Classification:** C67; D57; R15; E01

---

<sup>1</sup>Professor Adjunto. Departamento de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES). E-mail: admir.betarelli@ufjf.edu.br

<sup>2</sup> Professor Associado. Departamento de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador CNPq, FAPEMIG e LATES. E-mail: Fernando.perobelli@ufjf.edu.br

<sup>3</sup> Doutorando em Economia. Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador LATES. E-mail: vinicius.a.vale@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Planejamento econômico pode ser descrito como uma deliberada tentativa do governo em coordenar decisões feitas no longo prazo com intuito de influenciar e controlar diretamente o crescimento das principais variáveis, como renda, consumo, emprego, investimento, exportação e importação (TORADO e SMITH, 2009). A formulação ou organização de um planejamento coordenado e criterioso necessita inicialmente da própria análise dos fluxos interindustriais de bens e insumos numa economia, cujas informações são providas a partir do desenvolvimento de “sistemas de contas nacionais” (HAGEN, 1971). As análises requeridas no processo de planejamento são feitas com base em métodos e modelos econômicos de caráter científico na tentativa de se aproximar dos resultados esperados de longo prazo. Qualquer tipo de política econômica, envolvida com certa obrigação com o planejamento, quando realizam projeções, usam métodos diretos e indiretos para orientar a economia (ECKAUS, 1976).

Assim, modelos econômicos de simulação, como o de insumo-produto, veem ganhando espaço como instrumento de planejamento. De acordo com Thirlwall (2006), a análise de insumo-produto é uma técnica de planejamento e projeção com uma ampla variedade de aplicação. Por meio destes modelos, pode-se, por exemplo: *i*) projetar os efeitos econômicos tanto de uma futura exportação quanto de um crescimento de demanda interna para os bens de consumo, bens intermediários e bens de capital; *ii*) identificar os setores que exibem índices de ligações para *frente* e para *trás* acima da média na economia (setor-chave); *iii*) elaborar um plano de desenvolvimento a partir do conhecimento prévio das interdependências e encadeamentos setoriais presentes no sistema produtivo de um país; ou *iv*) estabelecer critérios e prioridades de investimentos para certos setores da economia com base nas interações setoriais ou projeções econômicas obtidas. Assim, dada sua grande diversidade de temas, o modelo de insumo-produto, dentro das suas suposições e formulação teórica, permite análises do sistema produtivo de um país, caracteristicamente marcado por composições assimétricas de custos e demanda entre as atividades setoriais.

A Matriz ou Modelo de Insumo-Produto (MIP) representa a imagem de uma economia para um determinado ano e detalha todas as operações de produção e consumo por atividade

econômica. Em outras palavras, descreve completamente as interdependências setoriais dentro do sistema produtivo de uma economia. Inerente a essa metodologia estão hipóteses como oferta ilimitada de fatores de produção e função de produção com tecnologia Leontief, além de preços rígidos (MILLER e BLAIR, 2009). Diante de suas características, o exercício de simulação de choques exógenos e monetários nos componentes da demanda final em uma MIP provocam variações na estrutura produtiva em proporções fixas sem o efeito de substituição via preços dos mercados de fatores e de bens e serviços. A ausência dos efeitos de substituição nos mercados é um reflexo da hipótese de preços rígidos, e, por conseguinte, não provocam uma realocação de recursos. Ainda assim, a vantagem deste modelo econômico de simulação é tratar apenas do fenômeno em estudo, isolando seus efeitos na economia.

As informações contidas na MIP são frequentemente computadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Desde os anos 90, o IBGE publicou em seu Sistema de Contas Nacionais (SCN) as MIPs anuais de 1990, 1996, 2000 e 2005. Há, pois, uma defasagem de quase 10 anos da última matriz oficialmente divulgada no SCN do IBGE. Consequentemente, a ausência de informações oficiais mais recentes da MIP restringe tanto as decisões e ações dos formuladores de políticas públicas quanto aos avanços de pesquisas na área de economia aplicada, especialmente envolvidas com as análises de projeções micro e macroeconômicas quanto às análises estruturais do sistema produtivo brasileiro. Cabe ainda ressaltar que estudos científicos que utilizam modelos de equilíbrio geral computável (EGC) para projetar efeitos de políticas econômicas também são prejudicados pela ausência de uma MIP mais atual.

Uma alternativa para resolver esse problema é estimar uma MIP a partir das informações das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) no Sistema de Contas Nacionais (SCN) do IBGE, disponibilizadas em periodicidade anual. Recentemente o IBGE (2015) divulgou tais informações para ano de 2011, cujas tabelas da nova série do SCN estão dimensionadas por 68 atividades econômicas e 128 produtos. Na nova dimensão percebe-se que, não somente as atividades econômicas e produtos foram desagregados em relação à antiga dimensão, como também outros foram agregados. Essa agregação leva para novas estratégias, hipóteses e cálculos necessários a fim de empregar e adequar conjuntamente os

procedimentos e métodos descritos em IBGE (2008), Guilhoto e Sesso-Filho (2005, 2010) e Martinez (2014a, 2014b, 2015).

Dessa maneira, este artigo tem por objetivo estimar uma matriz de insumo-produto (MIP) para o ano de 2011 e, posteriormente, analisar as interdependências e encadeamentos do sistema produtivo brasileiro no mesmo período. Para tanto, numa etapa inicial, busca-se computar as tabelas auxiliares de impostos e margens, bem como as tabelas de oferta e demanda da produção nacional e de produtos importados a preços básicos. Nessa etapa, realiza-se um procedimento para ajustar as próprias TRU de 2011, pois na matriz de Recursos de Bens e Serviços algumas atividades econômicas revelaram valores negativos. Em uma segunda etapa, por seu turno, ajusta-se o método *RAWS*<sup>4</sup> desenvolvido por Martinez (2014b) com as novas dimensões das TRU de 2011 para tornar a estimação mais eficiente possível.

Além dessa seção introdutória, esse artigo se organiza em mais 4 seções. A segunda seção apresenta o procedimento de estimação da MIP 2011 e o tratamento de alguns casos particulares. A terceira seção descreve as técnicas tradicionais do modelo de insumo-produto para a análise do sistema produtivo brasileiro. A quarta seção realiza uma análise exploratória da MIP 2011 e discute os resultados alcançados pelas técnicas inerentes as interdependências e encadeamentos do sistema produtivo brasileiro. Por fim, são tecidas as considerações finais.

## **2 PROCEDIMENTO DE ESTIMAÇÃO DA MIP 2011**

Na nova série do Sistema de Contas Nacionais, o IBGE (2015) descreve avanços das TRU para o ano de 2011, dimensionadas de acordo com as recomendações do manual *System of national accounts 2008*, SNA 2008. Os principais aperfeiçoamentos ocorreram pela:

---

<sup>4</sup> A solução do RAWS foi desenvolvida para estimar tabelas auxiliares, cujo algoritmo deriva de um problema de minimização de perda de informação sobre a estrutura das TRU do IBGE, que incorpora e trata adequadamente as células negativas das matrizes, conforme o RAS generalizado (JUNIUS e OOSTERHAVEN, 2003).

- a) adoção de nova classificação de produtos e atividades integrada com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0;
- b) incorporação dos resultados do Censo Agropecuário 2006, da Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2008- 2009 e do Censo Demográfico 2010;
- c) atualização da matriz de consumo intermediário, bem como desagregações das margens de comércio e de transporte com base em pesquisas específicas;
- d) atualização das estruturas de impostos e aplicação das informações da Declaração do Imposto de Renda de Pessoa Física, obtidas na Secretaria da Receita Federal; e
- e) aplicação de novos conceitos para a construção do vetor da formação bruta de capital fixo, especialmente aos gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) e gastos militares.

As TRU estão dimensionadas por 68 atividades econômicas e 128 produtos, o que amplia a capacidade de análise sobre questões específicas do sistema produtivo brasileiro. A Tabela de Recurso descreve detalhadamente a oferta nacional da economia pelas tecnologias das atividades econômicas – o quanto cada atividade produz de cada bem<sup>5</sup>, separando-a do vetor de importação, impostos indiretos<sup>6</sup> e margens. Por sua vez, os elementos típicos de margens são relacionados ao comércio de veículos e por atacado e varejo e diversos fretes de transporte, como rodoviários, ferroviários, de cabotagem, navegação de longo curso e outros. As demandas de margens se associam à produção doméstica dos produtos que prestam esse tipo de serviço (*i.e.*, Comércio e reparação de veículos; Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores; Transporte terrestre de carga; e Transporte aquaviário). As demandas de margens são relacionadas somente para facilitar os fluxos de bens dentro do Brasil e produzidas exclusivamente pelos correspondentes serviços domésticos (BETARELLI JUNIOR, 2013). Aquelas margens associadas e requeridas para facilitar o fluxo dos bens importados representam os custos de transferências somente dentro do território nacional, do porto de desembarque até o destino do usuário. O IBGE (2000) salienta que as margens são observadas pela ótica de destino, uma vez que são os demandantes quem arcam com o ônus desse tipo de serviço. Os fretes ou os custos de

---

<sup>5</sup> Algumas das atividades produzem mais de um produto – tecnologia de multiprodução.

<sup>6</sup> Os impostos indiretos se dividem entre ICMS, IPI, de Importação e Outros impostos menos subsídios.

comércios pagos pelas atividades econômicas são considerados como consumo intermediário dos setores que compram esses serviços de transporte e comércio.

Similarmente a algumas notações em Martinez (2014a), os vetores dos totais por produto  $i$  da oferta nacional, importada, de impostos e de margens na Tabela de Recursos são definidos como:

$$\mathbf{q}_k = [q_i^k] \quad (1)$$

tal que  $k \in \mathbf{K}$  e é um indexador do tipo de oferta, margem ou imposto. Isto posto, a soma do total de oferta dos produtos nacionais e importados com os respectivos impostos e margens formam a oferta total a preços de mercado ( $v_i$ ) para os  $n = 128$  produtos  $i$ :

$$v_i = \sum_{k=1}^{\mathbf{K}} q_i^k \quad (2)$$

Por outro lado, a Tabela de Usos revela as vendas dos bens para cada atividade econômica e usuários da demanda final. Essa tabela está valorada a preços de mercado e não separa a demanda por produtos domésticos e importados, o que impede de usá-la diretamente para a elaboração da MIP de 2011. Define-se essa tabela conforme a matriz abaixo:

$$\mathbf{V} = [v_{ij}] \quad (3)$$

sendo  $v_{ij}$  o valor a preços de mercado do bem  $i$  demandado pelo usuário  $j$  (atividades econômicas e componentes da demanda final). A dimensão da matriz  $\mathbf{V}$  representa  $n = 128$  produtos e  $m = 74$  usuários, divididos por 68 atividades econômicas mais 6 usuários da demanda final. Diante da definição de  $\mathbf{V}$ , pode-se verificar que:

$$\sum_{j=1}^m v_{ij} = \sum_{k=1}^{\mathbf{K}} q_i^k = v_i \quad (4)$$

Para a elaboração de uma MIP é necessário retirar a parcela dos impostos e margens inclusos nos valores da matriz  $\mathbf{V}$  para os mesmos serem valorados a preços básicos, e,

numa etapa posterior, separá-los entre a demanda de bens domésticos e importados. Essa tarefa não é tão simples, uma vez que nas informações oficiais da Tabela de Recursos existem somente os vetores dos totais por produto de importação, impostos e margens.

Martinez (2014a) sintetiza os procedimentos para a construção da tabela de usos da oferta nacional a preços básicos a partir das TRU, divulgados nas notas técnicas da MIP 2005 (IBGE, 2008). Neles estão descritos como foram construídas as tabelas auxiliares que alocam os totais por produto dos impostos e margens entre os usuários (atividades econômicas e componentes da demanda final). Por exemplo, a tabela auxiliar das importações é desenvolvida a partir de diversas fontes de dados de acesso exclusivo do IBGE, cuja estrutura é utilizada para distribuir os impostos de importação. Já a distribuição entre usuários das margens e outros impostos ocorre por dois passos sucessivos: *i)* calculam-se coeficientes computados a partir da razão entre os valores dos vetores de margens ou de outros impostos e os totais da oferta total de produtos a preços de mercado; *ii)* em seguida, pondera os coeficientes com os valores da Tabela de Usos a preços de mercado. Não obstante, exclui nessa alocação os usuários: “Consumo do Governo”, “Variação de Estoque” e “Instituições Sem Fins de Lucro a Serviços das Famílias (ISFLSF)”, pois ambos, na prática, não são demandantes de margens e não sofrem incidência de outros impostos.

Por fim, o IBGE (2008) não apresenta os critérios e procedimentos para elaboração das matrizes auxiliares de IPI e ICMS. Uma solução alternativa é proceder como na estratégia anterior, ou seja, a partir dos coeficientes calculados procura-se distribuir os totais desses impostos proporcionalmente ao fluxo de uso a preços de mercado. Nesse caso, além dos três usuários finais supracitados, exclui também o usuário de “Exportação de bens e serviços”, como em Guilhoto e Sesso-Filho (2005). A razão para isso se deve porque praticamente o fluxo de exportações não recebe, por lei, incidência de tais impostos.

Dessa maneira, nesse artigo a estimativa inicial de cada tabela auxiliar ( $\mathbf{X}_k$ ) será representada por  $\mathbf{A}_k$  e as mesmas foram calculadas por um procedimento semelhante à estratégia do IBGE (2008), Martinez (2014a, 2014b) e de Guilhoto e Sesso-Filho (2005), alocando proporcionalmente os totais por produto de impostos e margens de acordo com a estrutura



da matriz  $\mathbf{V}$ , guardadas as devidas exceções para certos usuários. Seja  $\mathbf{A}_K = [a_{ij}^k]$  para  $\mathbf{X}_K = [x_{ij}^k]$  e  $r$  é o usuário excluído nos cálculos, então define-se:

$$\mathbf{A}_M = [a_{ij}^M] = \begin{cases} 0 & , \text{se } j = r \\ \frac{q_i^M}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m v_{ij}} (v_{ij}) & , \text{se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m a_{ij}^M = q_i^M \quad (5)$$

$$\mathbf{A}_T = [a_{ij}^T] = \begin{cases} 0 & , \text{se } j = r \\ \frac{q_i^T}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m v_{ij}} (v_{ij}) & , \text{se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m a_{ij}^T = q_i^T \quad (6)$$

no qual o indexador  $\mathbf{M} = \{MV, MA, MT, MQ\}$  representa os 4 tipos de margens da TRU de 2011, isto é, Comércio e reparação de veículos (MV); Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores (MA); Transporte terrestre de carga (MT); e Transporte aquaviário (MQ); o indexador  $\mathbf{T} = \{TC, TP, TS\}$  corresponde aos 3 tipos de impostos indiretos [i.e., ICMS(TC), IPI (TP) e Outros impostos (TS)], excluindo o imposto de importação; e  $r$  denota os usuários que tipicamente não pagam margens e/ou impostos indiretos. Ou melhor, para as margens foram excluídos os usuários “Consumo do Governo”, “Variação de Estoque” e “Sem Fins de Lucro a Serviços das Famílias (ISFLSF)” e, para os impostos indiretos, além desses usuários, o de “Exportação de bens e serviços”.

Com posse dos valores iniciais das tabelas auxiliares estimadas e os deduzindo das correspondentes demandas a preços de mercado, alcançou-se os usos valorados a preços básicos mais impostos de importação. Ou melhor, por resíduo, teve-se uma matriz de usos a preços básicos mais impostos de importação,  $\mathbf{X}_{B+TM}$ , cujas informações ainda não detalham a parcela da demanda de produtos domésticos e a da demanda de bens importados:

$$\mathbf{X}_{B+TM} = [x_{ij}^{B+TM}] = \mathbf{V} - \mathbf{A}_M - \mathbf{A}_T \quad (7)$$

Diante disto, a próxima etapa adotada nesse artigo teve o propósito de retirar as demandas dos produtos importados dos valores da matriz  $\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}$ , para posteriormente construir a matriz auxiliar de impostos sobre importações, como nos procedimentos do IBGE (2008). Uma vez que as informações geralmente utilizadas pelo IBGE sobre o padrão de demanda dos produtos importados não são acessíveis publicamente, a estratégia adotada neste trabalho foi, então, de reproduzir a proporção do fluxo de demanda de importações em relação aos valores da matriz  $\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}$  de 2005. Desse modo, a suposição subjacente nessa alternativa é que o fluxo de demanda dos importados para o ano 2011 acompanha o correspondente padrão de 2005.

Não obstante, como as tabelas de ambos os anos apresentam dimensões diferentes em virtude do aumento do número de atividades econômicas e produtos no SCN a partir de 2010 (128 produtos x 74 usuários), foi preciso realizar correspondências entre ambas as classificações. As diferenças entre a antiga e a nova série do SCN do IBGE apontam que, não somente desagregações foram feitas, mas também agregações de setores econômicos e produtos. Por terem ocorridas algumas agregações, operacionalmente a elaboração de correspondências foi necessária para reproduzir o padrão de 2005 (110 x 61) para 2011 (128 x 74). Essas correspondências estão listadas no Apêndice A e B. Assim, desenvolveu-se uma matriz de participação das demandas importação para 2011, devidamente expandida com uma dimensão (128 x 74), conforme as informações da MIP 2005. Resumidamente:

$$S_{IM}^{(05)} = \frac{\mathbf{X}_{IM}^{(05)}}{\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}^{(05)}} \quad \therefore \quad S_{IM}^{(05)} \rightarrow S_{IM} = [s_{ij}^{IM}] \quad (8)$$

sendo  $\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}^{(05)} = \mathbf{X}_D^{(05)} + \mathbf{X}_{IM}^{(05)} + \mathbf{X}_{TM}^{(05)}$ , em que  $\mathbf{X}_D^{(05)}$  é a matriz de demanda dos produtos domésticos apreços básicos,  $\mathbf{X}_{IM}^{(05)}$  é a matriz de demanda dos bens importados apreços básicos; e  $\mathbf{X}_{TM}^{(05)}$  é a matriz auxiliar de impostos de importação gerada pela estrutura de  $\mathbf{X}_{IM}^{(05)}$  de 2005.

Em seguida, os elementos de participações da matriz  $S_{IM} = [s_{ij}^{IM}]$  foram ponderados pelos correspondentes elementos da matriz  $\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM} = [x_{ij}^{\mathbf{B}+TM}]$ , sob a restrição de que se  $[v_{ij}] \neq 0$ ,

então  $[s_{ij}^{IM}][x_{ij}^{B+TM}] \neq 0$ , caso contrário tal ponderação é nula. A estrutura dessa nova matriz foi utilizada para distribuir os totais por produto das importações ( $q_i^{IM}$ ), já deduzidos dos ajustes CIF/FOB, e sob a restrição de não ultrapassar os correspondentes valores da matriz  $\mathbf{X}_{B+TM} = [x_{ij}^{B+TM}]$ . Se esta última restrição não fosse atendida, o valor do respectivo elemento seria fixado como  $(s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM})$  e, em seguida, o retiraria para redistribuir o total do produto entre os demais usuários. Algo similar ao procedimento das margens, que retira certos usuários na distribuição. Matematicamente, teve-se a matriz de usos dos bens importados a preços básicos:

$$\mathbf{X}_{IM} = [x_{ij}^{IM}] = \left[ \frac{(s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM})}{\sum_{j=1}^m (s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM})} q_i^{IM} \right] \quad (9)$$

s.a.

$$x_{ij}^{IM} \neq 0 \text{ se } v_{ij} \neq 0;$$

$$x_{ij}^{IM} \leq x_{ij}^{B+TM}, \text{ caso contrário } x_{ij}^{IM} = (s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM}) \text{ e tem redistribuição dos demais } j' \text{ s.}$$

De modo geral, ao usar a estrutura da matriz criada preserva a condição de que os seus totais por produto sejam consistentes com os valores  $q_i^{IM}$ , divulgados pelo IBGE (2015). Além disso, esse procedimento garante praticamente a inexistência de elementos negativos na matriz de uso dos bens domésticos a preços básicos, que será computada por resíduo. A partir da estrutura da matriz  $\mathbf{X}_{IM}$ , a fase seguinte foi desenvolver a matriz auxiliar de impostos de importação, similarmente ao descrito nas notas metodológicas da MIP (IBGE, 2008), ou seja, distribuir o imposto de importação sobre cada produto ( $\mathbf{q}_{TM}$ ) de acordo com as proporções da distribuição da importação de cada produto na tabela:

$$\mathbf{X}_{TM} = [x_{ij}^{TM}] = \begin{cases} 0 & , \text{ se } j = r \\ \frac{q_i^{TM}}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m x_{ij}^{TM}} (x_{ij}^{TM}) & , \text{ se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m x_{ij}^{TM} = q_i^{TM} \quad (10)$$

Do mesmo modo que as matrizes auxiliares de ICMS e IPI, para os impostos de importação 4 usuários foram desconsiderados no cálculo das proporções: “Consumo do Governo”, “Variação de Estoque” e “Sem Fins de Lucro a Serviços das Famílias (ISFLSF)”, “Exportação de bens e serviços”. Conseqüentemente, uma vez adquiridas as matrizes  $\mathbf{X}_{IM}$  e  $\mathbf{X}_{TM}$ , elaborou-se a matriz de usos dos produtos nacionais a preços domésticos, calculando-a por resíduo, isto é:

$$\mathbf{X}_D = [x_{ij}^D] = \mathbf{X}_{B+TM} - \mathbf{X}_{IM} - \mathbf{X}_{TM} \quad (11)$$

Excetuando os valores negativos do vetor de Variações de Estoque na demanda final, somente 5 elementos da matriz relevaram, a princípio, modestos valores negativos, de um total de 9344 elementos constantes. Os dois maiores valores foram - R\$ 10,23 milhões, particularmente para os usos do produto de Material elétrico pelos setores de Fabricação de outros equipamentos de transporte e de Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas. Juntos, esses valores representaram a 0,06% da demanda total do próprio produto (Material elétrico). A ocorrência desses valores negativos se deu porque  $x_{ij}^{IM} \cong x_{ij}^{B+TM}$  para esses elementos, que, quando utilizados para calcular os correspondentes elementos da tabela auxiliar de impostos de importação, provocaram situações como  $x_{ij}^{IM} + x_{ij}^{TM} > x_{ij}^{B+TM}$ .

Para dissolver esses pequenos valores negativos nas tabelas auxiliares estimadas, primeiramente os mesmos foram zerados na matriz  $\mathbf{X}_D$  e, em seguida, aplicou-se o algoritmo originalmente descrito em Martinez (2014a). O algoritmo *RAWS*, desenvolvido para estimar as tabelas auxiliares, foi derivado como um problema de minimização de perda de informação, que otimiza o uso do conjunto de dados disponíveis. Nesta derivação, foram incorporados avanços metodológicos recentes da literatura de balanceamento de matrizes, como tratamento adequado a células com valores negativos na projeção inicial (MARTINEZ, 2014a). Basicamente, neste método procura-se por um processo iterativo alcançar a consistência entre os totais por produto,  $q_i^k$ , de margens de impostos indiretos (IPI, ICMS e Outros Impostos) e os elementos de uma matriz residual,  $\mathbf{H}$ , definida como:

$$\mathbf{H} = [h_{ij}] = \mathbf{V} - \mathbf{X}_D - \mathbf{X}_{IM} - \mathbf{X}_{TM} \quad (12)$$

Ou seja, a matriz  $\mathbf{H}$  é um resultado da dedução dos valores dos usos dos produtos a preços básicos e impostos de importação na matriz de usos a preços de mercado. Equivalentemente, tem-se que:

$$\mathbf{X}_M + \mathbf{X}_T = \mathbf{H} \quad (13)$$

em que  $\mathbf{X}_M$  e  $\mathbf{X}_T$  serão as estimativas finais das matrizes auxiliares de margens e impostos indiretos, exceto de importação. Dessa maneira, em outros termos, se  $\mathbf{H} = [h_{ij}]$  e  $\mathbf{X}_K = [x_{ij}^k]$ , com  $k \in \mathbf{K} = \{\mathbf{M} = MV, MA, MT, MQ\}, [\mathbf{T} = TC, TP, TS\}$ , então, para o algoritmo *RAWS* aperfeiçoado por Martinez (2014b), tem-se duas condições a serem satisfeitas:

$$\text{a) Condição para cada elemento } (i, j) \text{ da matriz: } \sum_{k \in \mathbf{K}} x_{ij}^k = h_{ij} \quad (14)$$

$$\text{b) Condição dos totais por produto para cada vetor: } \sum_{j=1}^m x_{ij}^k = q_i^k \quad (15)$$

Conjuntamente, as condições (a) e (b), descritas por Martinez (2014a, 2014b) e inspiradas em Grijó e Berni (2006), apontam que o vetor de soma nas colunas dos impostos e margens totais deve ser igual ao vetor de soma nas colunas da matriz, ou melhor:  $\sum_{k \in \mathbf{K}} q_i^k = \sum_{j=1}^m h_{ij}$ .

Cabe salientar que, como a soma das margens de comércio e de transporte pagas nas compras do setor é lançada com sinal negativo nos respectivos produtos, conforme a TRU (IBGE, 2015), então o total de cada vetor será nulo:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^{MV} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MA} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MT} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MQ} = 0 \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{k \in \mathbf{M}} x_{ij}^k = 0 \quad (16)$$

Desse modo, o balanceamento nas colunas dessas matrizes pode, portanto, ser feito isoladamente. Por outro lado, as somas nas colunas não são conhecidas para cada uma das

três matrizes de impostos (MARTINEZ, 2014a). Contudo, sabe-se que a soma nas linhas de todas as matrizes auxiliares serão iguais às somas nas respectivas colunas da matriz  $\mathbf{H}$ . Como as somas nas colunas das matrizes de margens são nulas, conforme a TRU (IBGE, 2015) e a equação (16), tem-se que:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k \in \Gamma} x_{ij}^{\mathbf{T}} = \sum_{i=1}^n (x_{ij}^{TC} + x_{ij}^{TP} + x_{ij}^{TS}) = \sum_{i=1}^n h_{ij} = h_j \quad (17)$$

A programação feita por Martinez (2014a) foi ajustada para TRU de 2011, pois nela há um número maior de setores econômicos e produtos. Além disso, conforme a TRU de 2011, os produtos de margens de comércio, “Comércio e reparação de veículos” e “Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores”, recebem incidência de Outros Impostos menos subsídios, o que levou a um pequeno ajuste no algoritmo do autor. Neste caso, o tratamento foi similar aos produtos de margens de transporte, que na MIP de 2005, já era onerada por impostos indiretos. Para as MIPs de 2000 e 2005, por outro lado, Martinez (2014b) aplicou uma particularidade no balanceamento das margens de comércio, pois as mesmas não sofreram incidências de impostos. Bastou Martinez (2014b) computar a diferença entre a tabela a preços de mercado e a de usos a preço básicos para alcançar os totais de cada coluna nos fluxos.

Formalmente, seguindo o trabalho de Martinez (2014b), as estimativas iniciais das tabelas auxiliares são agrupadas na matriz  $\mathbf{A}' = [a_{ij}^k] = [\mathbf{A}_{TC} \quad \mathbf{A}_{TP} \quad \mathbf{A}_{TS} \quad \mathbf{A}_{MV} \quad \mathbf{A}_{MA} \quad \mathbf{A}_{MT} \quad \mathbf{A}_{MQ}]$ , que será balanceada por um algoritmo derivado de um problema de minimização de perda de informação, gerando uma matriz  $\mathbf{X}' = [x_{ij}^k] = [\mathbf{X}_{TC} \quad \mathbf{X}_{TP} \quad \mathbf{X}_{TS} \quad \mathbf{X}_{MV} \quad \mathbf{X}_{MA} \quad \mathbf{X}_{MT} \quad \mathbf{X}_{MQ}]$ , que agrega as estimativas finais das tabelas auxiliares, tal que  $i = \{1, \dots, 7n\}$  e  $j = \{1, \dots, m\}$ . Em seu procedimento, os vetores de margens e impostos também são agrupados  $\mathbf{q}'_n = [q_i^k] = [\mathbf{q}_{TC} \quad \mathbf{q}_{TP} \quad \mathbf{q}_{TS} \quad \mathbf{q}_{MV} \quad \mathbf{q}_{MA} \quad \mathbf{q}_{MT} \quad \mathbf{q}_{MQ}]$ , e as somas das colunas da matriz  $\mathbf{H}$  são determinadas por:

$$\mathbf{q}_m = [q_j] = \mathbf{H}' t_n \quad (18)$$

sendo  $t_n$  um vetor unitário de dimensão  $n \times 1$ . A função perda é definida de acordo com Huang, Kobayashi e Tanji (2008) e Temurshoev e Timmer (2011), sujeita às restrições retratadas por Martinez (2014b) pelos dados da MIP brasileira. Seja:

$$z_{ij}^k = \begin{cases} \frac{x_{ij}^k}{a_{ij}^k}, & \text{se } a_{ij}^k \neq 0 \\ 1, & \text{se } a_{ij}^k = 0 \end{cases} \quad (19)$$

Para qualquer  $a_{ij}^k \neq 0$ , alcança o valor de  $z_{ij}^k$  que minimiza o seguinte critério de informação:

$$z_{ij}^k = \arg \min \sum_{i=1}^{7n} \sum_{j=1}^m |a_{ij}^k| [z_{ij}^k (\ln z_{ij}^k - 1) + 1] \quad (20)$$

A minimização dessa função faz com que os valores escolhidos para  $x_{ij}^k$  sejam os mais próximos dos correspondentes termos absolutos  $a_{ij}^k$  (valores positivos, quanto nulos ou negativos). Esses termos da matriz  $\mathbf{A}$  podem ser separados entre uma matriz  $\mathbf{A}_+ = [a_{ij}^{k+}]$  somente para capturar  $a_{ij}^k > 0$  e outra,  $\mathbf{A}_- = [a_{ij}^{k-}]$ , para capturar exclusivamente  $a_{ij}^k < 0$ , tal que  $l = \{+, -\}$ , cujas mudanças retratam um aperfeiçoamento feito por Martinez (2014b) a partir da função objetivo GRAS, proposta por Huang, Kobayashi e Tanji (2008). Os termos  $a_{ij}^k = 0$  permanecerão nulos em ambas as matrizes,  $\mathbf{A}_+$  e  $\mathbf{A}_-$ . Por conveniência, os elementos  $x_{ij}^k$  e  $z_{ij}^k$  recebem a mesma notação para indicar se  $a_{ij}^k > 0$  ou  $a_{ij}^k < 0$ . Essa separação é importante para a matriz de outros impostos ( $\mathbf{A}_{TS}$ ) e de margens ( $\mathbf{A}_M$ ), pois ambas apresentam valores positivos e negativos. Feitas essas considerações gerais, a função objetivo expressa em (20) será minimizada sujeita às restrições:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij}^k = \sum_{j=1}^m a_{ij}^k z_{ij}^k = q_i^k \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^{3n} x_{ij}^T = \sum_{j=1}^m a_{ij}^T z_{ij}^T = q_j \quad (22)$$

$$\sum_{i=3n+1}^{7n} x_{ij}^M = \sum_{j=1}^m a_{ij}^M z_{ij}^M = 0 \quad (23)$$

$$\sum_{k \in \mathbf{K}} x_{ij}^k = \sum_{k \in \mathbf{K}} a_{ij}^k z_{ij}^k = h_{ij} \quad (24)$$

Martinez (2014b) apresenta a função Lagrangeana e conclui que a mesma é estritamente convexa, o que garante a existência de uma solução única e representa o ponto de mínimo da função<sup>7</sup>.

Resumidamente, as etapas sucessivas na estratégia de estimação da MIP foram: *i*) construção das tabelas auxiliares de margens e impostos indiretos (IPI, ICMS e Outros Impostos); *ii*) elaboração da matriz de uso a preços básicos mais impostos de importação; *iii*) reprodução da estrutura de usos dos produtos importados de 2005; *iv*) elaboração das tabelas auxiliares de importação e de impostos de importação; *v*) estimação da matriz de demanda dos produtos domésticos a preços básicos; e *vi*) emprego do método *RAWS*, adaptado para as dimensões da TRU de 2011, para reestimativas das tabelas auxiliares a fim de tornar as identidades e condições consistentes, conforme definidas por conceito no Sistema de Contas Nacionais.

## 2.1 Tratamento de alguns dados da TRU 2011

Na Tabela de Recursos original, o IBGE (2015) apresenta somente dois vetores de margens, quais sejam, de comércio e de transporte. Entretanto, nos próprios vetores, a mesma instituição aponta a parcela por tipos de margens em valores negativos. Ou melhor, no vetor de margem de comércio há dois subtotais: o produto “45001-Comércio e reparação de

---

<sup>7</sup> Para maiores detalhes das derivações e formalizações dos multiplicadores, deve-se consultar o próprio trabalho do autor.



veículos” e “46801-Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores”. Por seu turno, na margem de transporte há duas parcelas: “49001-Transporte terrestre de carga” e “50001-Transporte aquaviário”. Assim, para as estimativas das suas respectivas tabelas auxiliares, como apresentadas na seção anterior, foi preciso desagregar os vetores por esses tipos específicos.

Para tanto, fez-se primeiramente uma matriz, cota de mercado (*market-share*), a partir do cálculo das participações de produção de cada bem dentro de cada setor da tabela “Recursos e Bens e Serviços”. Em seguida, adotou-se a hipótese que a estrutura e distribuição das margens por setor econômico representam a mesma estrutura de venda dos serviços de comércio e de transporte na Tabela de Usos a preços de mercado, aqueles mesmos serviços que conceitualmente produzem margens. Mesmo porque ambas as estimativas são oriundas das estruturas de receita – conforme o conceito do IBGE (2000), no conceito de margens, os demandantes que pagam pelos serviços prestados pelo comércio e transporte. Ao considerar essa hipótese, em suma, desenvolveu-se uma matriz de dimensão 4 (tipos de margens) x 68 (setores econômicos), cujos elementos correspondem exatamente os termos dos respectivos vetores–linhas da tabela de usos a preços de mercado. Assim, para a abertura dos vetores e margens, multiplicou-se a matriz *market-share* (128 x 68) por essa nova matriz (68 x 4), gerando uma matriz (128 x 4) com os requeridos vetores  $q_M$  de margens. Em meio a esse procedimento, aplicou-se a estrutura detalhada de margens de transporte, estimada por Betarelli Junior (2013). Um procedimento iterativo, semelhante ao do RAS, foi aplicado para manter a consistência da decomposição dos valores originais, divulgados pelo IBGE (2015).

Vale uma menção sobre o vetor de importações a preços básicos na Tabela de Recursos. Na MIP de 2005, o IBGE (2008) apresenta que a soma dos totais da matriz de usos de produtos importados a preços básicos é o vetor de importação de bens e serviços menos o vetor de Ajuste CIF/FOB. Portanto, para obter-se o vetor  $q_i^{TM}$ , a mesma operação matemática foi realizada. Contudo, ao subtrair os ajustes CIF/FOB no vetor original de importações a preços básicos, os produtos “49001-Transporte terrestre de carga” e “50001-Transporte aquaviário” foram os únicos que apresentaram valores negativos no vetor final de importações, respectivamente: (-) R\$ 598 milhões e (-) R\$ 2.431 milhões. Para manter

consistente a identidade fornecida pelo IBGE (2015), como na equação (4),  $\sum_{k=1}^K q_i^k = v_i$ , a solução encontrada foi zerar ambos os valores negativos no vetor de importação e, posteriormente, compensa-los no vetor de Outros Impostos menos subsídios.

Por fim, na Tabela de recursos de bens e serviços nacionais para o ano de 2011, divulgada pelo IBGE (2015), existem dois valores negativos na produção do produto “46801 - Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores” pelos setores econômicos: “6100 – Telecomunicações”, de –R\$ 634 milhões; e “7180 - Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D”, de – R\$ 171 milhões. Se mantidos tais valores negativos na conversão da matriz de consumo intermediário para uma estrutura setor x setor, por meio da matriz *market-share* ao assumir a hipótese que a alocação da demanda acompanha a participação de cada atividade na produção do bem, algumas identidades contábeis estariam desbalanceadas ou comprometidas, especialmente a igualdade entre o Valor Bruto da Produção (VBP) e a demanda total. Por essa razão, foi necessário zerar tais valores negativos na matriz de recursos do IBGE e, posteriormente, adicionar os mesmos montantes nas correspondentes células da matriz de usos a preços de mercado ( $V$ ). O ajuste na matriz  $V$  preservou a condição (4) das contas nacionais, isto é, que

$$\sum_{j=1}^m v_{ij} = \sum_{k=1}^K q_i^k = v_i.$$

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Modelos de Insumo-Produto

A análise das interações intersetoriais é realizada a partir dos princípios do modelo de insumo-produto (IP) (MILLER e BLAIR, 2009). Em termos matriciais, a forma geral da relação de insumo-produto é dada por:

$$X = AX + Y \tag{25}$$

em que  $\mathbf{X}$  é o vetor de produção setorial;  $\mathbf{A}$  é a matriz de coeficientes técnicos de insumo-produto; e  $\mathbf{Y}$  é o vetor de demanda final<sup>8</sup>. Resolvendo a equação (25), tem-se:

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{Y} \quad (26)$$

sendo  $\mathbf{I}$  a matriz identidade; e  $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{B} = [b_{ij}]$  a matriz de coeficientes diretos e indiretos de insumos do setor  $i$  por unidades monetárias de demanda final à produção do setor  $j$ , também conhecida como a matriz inversa de Leontief. Desse modo, conforme a equação (26),  $\mathbf{X}$  representa a produção total necessária para suprir a demanda final  $\mathbf{Y}$ .

### 3.2 Multiplicadores setoriais

Os multiplicadores permitem avaliar os impactos sobre o sistema econômico resultantes de choques exógenos e os mais utilizados são aqueles que estimam os efeitos de uma mudança exógena na demanda final, que podem ser de três tipos: a) Multiplicador de produção; b) Multiplicador de emprego; e c) Multiplicador de renda.

O multiplicador de produção para cada setor é a soma da sua respectiva coluna na matriz inversa de Leontief ( $\mathbf{B}$ ). Em suma, o multiplicador corresponde à variação da produção total (direta e indireta) da economia, decorrente da variação exógena de uma unidade monetária (R\$ 1,00) da demanda final de um setor. Portanto, define-se o multiplicador de produto simples como:

$$O_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (27)$$

em que  $j$  é um determinado setor da economia; e  $b_{ij}$  representa os elementos da matriz  $\mathbf{B}$ .

Ademais, além do multiplicador de produto, é possível projetar os efeitos sobre outras variáveis, como emprego e renda, por meio de coeficientes estruturais que expressam a relação entre as variáveis de interesse e o nível de produção para cada setor econômico. Formalmente:

---

<sup>8</sup>Mais detalhes ver Miller e Blair (2009) e Guilhoto (2011).

$$\mathbf{E} = [e_j] = \mathbf{WB} = \left[ \sum_{i=1}^n w_{ij} b_{ij} \right] \quad (28)$$

$$\mathbf{R} = [r_j] = \mathbf{LB} = \left[ \sum_{i=1}^n L_i b_{ij} \right] \quad (29)$$

em que  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{R}$  são, respectivamente, as matrizes de multiplicadores sobre o emprego e renda;  $\mathbf{W}$  e  $\mathbf{L}$  são matrizes diagonais, cujos elementos representam a razão entre o número de trabalhadores empregados e a renda gerada com o valor da produção ( $\mathbf{X}$ ).

Cabe salientar que o multiplicador do emprego ( $\mathbf{E}$ ) estima os efeitos de uma mudança exógena na demanda final sobre o montante gerado de emprego na economia, direta e indiretamente. Cada elemento de  $\mathbf{E}$  é dado por  $e_{ij} = w_i x b_{ij}$  e se interpreta como sendo o montante de emprego gerado no setor  $i$  para atender à produção total (direta e indireta) do setor  $j$  em resposta a uma variação de R\$ 1,00 na demanda final pelo setor  $j$ . Já o multiplicador de renda ( $\mathbf{R}$ ) mede os impactos de variações unitárias na demanda final sobre a renda recebida pelas famílias na economia. Portanto, cada elemento de  $\mathbf{R}$  é dado por  $mr_{ij} = r_i x b_{ij}$  e se interpreta como sendo o montante de renda gerada no setor  $i$  para atender à produção total (direta e indireta) do setor  $j$  em resposta a uma variação de R\$ 1,00 na demanda final pelo setor  $j$ .

### 3.3 Índices de Ligação

Rasmussen (1956) e Hirschman (1958) utilizam os índices de ligação para trás e para frente para estabelecer os setores que teriam o maior poder de encadeamento dentro da economia. Os encadeamentos para trás (poder de dispersão  $-U_j$ ) determinam o quanto um setor demanda dos demais setores da economia, e os para frente (sensibilidade à dispersão  $-U_i$ ) definem o quanto este setor é demandado pelos demais setores da economia. Para o cálculo dos índices de ligação para trás (poder de dispersão) e para frente (sensibilidade de dispersão) utilizam-se os coeficientes ( $b_{ij}$ ) da matriz Inversa de Leontief:

$$U_j = \frac{(\mathbf{B}_{*j}/n)}{\mathbf{B}^*} \quad \text{e} \quad U_i = \frac{(\mathbf{B}_{i^*}/n)}{\mathbf{B}^*} \quad (\forall i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (30)$$

em que  $\mathbf{B}^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}}{n^2}$  representa a média de todos os coeficientes da matriz Inversa de Leontief ( $\mathbf{B}$ ),  $\mathbf{B}_{*j} = \sum_{i=1}^n b_{ij}$  refere-se ao total dos coeficientes pela ótica de compra, e  $\mathbf{B}_{i^*} = \sum_{j=1}^n b_{ij}$  corresponde ao total dos coeficientes pela ótica de venda.

O índice de ligação para trás ( $U_j$ ) determina o quanto um setor compra dos demais. Se  $U_j > 1$ , isto representa uma forte ligação para trás do setor  $j$ , pois indica que uma mudança unitária na demanda final pelo setor  $j$  cria um aumento acima da média na economia como um todo. Por seu turno, o índice de ligação para frente ( $U_i$ ) descreve o quanto o setor  $i$  vende para o restante da economia. Se  $U_i > 1$ , por sua vez, representa uma forte ligação para frente, pois indica que mudanças unitárias nas demandas finais de todos os setores criam um aumento acima da média no setor  $i$ .

Por fim, pela análise restrita de McGilvray (1977), em caso de  $U_j > 1$  e  $U_i > 1$ , há indicação de setor-chave da economia. Esses são setores que possuem fortes efeitos de encadeamento em termos do fluxo de bens e serviços, contribuindo acima da média para o crescimento da economia.

### 3.4 Estatísticas de Variabilidade

Uma das deficiências dos índices de ligação R-H (Rasmussen-Hirschman) refere-se ao fato de mesmo não indicar se os efeitos de encadeamento acima da média de uma determinada atividade produtiva afetam um número alto de setores. Em outras palavras, embora uma atividade possa exibir  $U_j > 1$  e/ou  $U_i > 1$ , isto não implica que o impacto dessa atividade, diante de uma variação na demanda final, possa atingir um número alto de setores. Dessa

forma, para suprir esta deficiência, utilizam-se as medidas de estatísticas de variabilidade, como segue:

$$V_{*j} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[ \bar{b}_{ij}^* - \left( \frac{B_{*j}}{n} \right) \right]^2}}{\left( \frac{B_{*j}}{n} \right)} \text{ e } V_{i*} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \left[ \bar{b}_{ij}^* - \left( \frac{B_{i*}}{n} \right) \right]^2}}{\left( \frac{B_{i*}}{n} \right)} \quad (31)$$

Os valores de  $V_{*j}$  associam-se ao índice de poder de dispersão ( $U_j$ ). Quanto menor for esta medida de estatística, maior será o número de setores atingidos pela variação na demanda final do setor  $j$ . Assim, se o setor apresentar a letra “B” ( $U_j > 1$ ) e um  $V_{*j}$  baixo, isto significa que a atividade tem grande poder de dispersão e atinge muitos setores na economia (HADDAD, 1999; TOYOSHIMA e FERREIRA, 2002). Na medida de estatística  $V_{i*}$ , adjunta ao índice de sensibilidade à dispersão ( $U_i$ ), quanto menor for o valor, maior será o número de atividades atendidas pelas vendas do setor  $i$ . Nesses termos, se um setor exibe a letra “F” ( $U_i > 1$ ) e um  $V_{i*}$  baixo, o mesmo apresenta grande sensibilidade à dispersão e atinge um grande número de atividades produtivas. Conforme destaca Toyoshima e Ferreira (2002), se ambas as medidas  $V_{*j}$  e  $V_{i*}$  forem baixas, logo a interdependência da atividade com os demais setores é bem distribuída.

### 3.5 Campo de Influência

Desenvolvida por Sonis e Hewings (1989, 1994), a metodologia denominada campo de influência foi criada com o intuito de visualizar os principais elos de ligação dentro da economia, pois apesar de os índices de ligações Rasmussen-Hirschman avaliarem a importância dos setores em termos de seus impactos no sistema como um todo, há uma dificuldade de visualização dos principais elos de ligação dentro da economia. Portanto, o conceito de campo de influência mostra como se distribuem as mudanças dos coeficientes diretos no sistema econômico como um todo, permitindo a determinação de quais relações entre os setores seriam mais importantes dentro do processo produtivo, ou seja, a determinação dos setores que apresentam um maior poder de influência sobre os demais, ou

melhor, quais coeficientes que, alterados, teriam um maior impacto no sistema como um todo.

Para o cálculo do campo de influência parte-se da matriz de coeficientes técnicos de produção,  $\mathbf{A} = [a_{ij}]$  e uma matriz de variações incrementais nesses coeficientes técnicos dada por  $\mathbf{E} = [\varepsilon_{ij}]$ . Cabe ressaltar que  $\mathbf{E}$  tem a mesma dimensão de  $\mathbf{A}$  ( $n \times n$ ). A partir disso, calcula-se a matriz inversa de Leontief ( $\mathbf{B}$ ) de duas formas:

a)  $\mathbf{B} = [\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} = [b_{ij}]$ , como usual, sem assumir incrementos;

b)  $\mathbf{B}(\mathbf{E}) = [\mathbf{I} - (\mathbf{A} + \mathbf{E})]^{-1} = [b_{ij}(\mathbf{E})]$ , com incrementos nos coeficientes técnicos  $a_{ij}$ .

De acordo com Sonis e Hewings (1989, 1994), caso a variação seja pequena e ocorra em apenas um único coeficiente técnico, então:

$$\varepsilon_{ij} \begin{cases} \varepsilon & \text{se } i = i_1; j = j_1 \\ 0 & \text{se } i \neq i_1; j \neq j_1 \end{cases}, \quad \varepsilon > 0 \quad (32)$$

Dessa forma, tem uma aproximação do campo de influência pela seguinte expressão:

$$\mathbf{F}(\varepsilon_{ij}) = \frac{\mathbf{B}(\varepsilon_{ij}) - \mathbf{B}}{\varepsilon_{ij}} = \{f_{kl}(\varepsilon_{ij})\} \quad (33)$$

pois,  $\mathbf{F}(\varepsilon_{ij})$  é a matriz ( $n \times n$ ) do campo de influência da mudança no coeficiente técnico  $a_{ij}$ .

Este procedimento é repetido para todos os coeficientes de  $\mathbf{A}$ , isto é, calculam-se matrizes  $\mathbf{F}$  para cada coeficiente técnico de  $\mathbf{A}$  assumindo-se variações isoladas incidindo sobre cada um. Para determinar quais coeficientes técnicos possuem o maior campo de influência, calcula-se para a sua correspondente matriz  $\mathbf{F}(\varepsilon_{ij})$  o seguinte indicador:

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [F_{kl}(\varepsilon_{ij})]^2 \quad (34)$$

Cada coeficiente técnico  $a_{ij}$  de **A** possuirá um valor associado  $S_{ij}$  calculado pelo procedimento acima. Os coeficientes técnicos que possuírem os maiores valores de  $S_{ij}$ , serão aqueles com os maiores campos de influência dentro da economia como um todo, ou seja, apresentam relações setoriais com maior sensibilidade às mudanças, promovendo, assim, maiores impactos na economia e, conseqüentemente, no nível de consumo.

#### 4 RESULTADOS<sup>9</sup>

Com o intuito de analisar a estrutura da economia brasileira de forma sistêmica esta seção apresenta uma análise dos multiplicadores usuais de insumo-produto (produção, renda e emprego) e a estrutura de ligação/interdependência produtiva (índices de ligação e análise de campo de influência).

Na Tabela 1 se observa os resultados dos multiplicadores de produção setoriais que indicam a variação no volume de produção induzido pelo aumento de R\$1,00 na demanda final de cada setor. Em termos gerais, as atividades mais impactadas são as relacionadas com a Indústria de transformação, com destaque para: Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca (8); Fabricação de biocombustíveis (20); Outros produtos alimentares (10); Refino de petróleo e coquerias (19); Fabricação e refino de açúcar (9); Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal (23); Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores (34); Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças (33); Produtos de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (27); e Fabricação de produtos do fumo (12). Embora esses setores sejam os que produzem maiores impactos diante das mudanças da demanda final, estes apresentam pequenas participações relativas no valor adicionado (VA) e no valor bruto da produção (VBP).

---

<sup>9</sup> A presente seção apresenta os indicadores tradicionais de insumo-produto com intuito de verificar a consistência da matriz de insumo-produto estimada a partir da proposta de estimação deste trabalho. Seguiremos para tal a estrutura consagrada pelo Prof. Dr. Joaquim J. M. Guilhoto em seus diversos artigos.



Por sua vez, os setores de serviços exibem multiplicadores de produção, sistematicamente menores do que a média da economia, com exceção dos setores de Transporte (43 – Terrestre; 44 – Aquaviário; e 45 – Aéreo), Alimentação (48), Telecomunicações (51), Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (57), e Energia elétrica, gás natural e outras utilidades (38).

Entre os setores que apresentam maiores participações sobre VA e VBP destacam-se Comércio por atacado e varejo, exceto veículos automotores (42), Administração pública, defesa e seguridade social (61), Atividades Imobiliárias (54), Intermediações financeira, seguros e previdência complementar (53) e Construção (40), todos com participações acima de 6% do VBP e 4,61% do VA. No total, os setores supracitados são responsáveis por 41,82% do total do valor bruto da produção e 32,06% do total do valor adicionado na economia brasileira.

Em termos de exportação, vale destacar a participação dos setores Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração (6), Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (1), Comércio por atacado e varejo, exceto veículos automotores (42), e Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio (5), todos com participação acima de 7% e no total responsáveis por 37,47% do total exportado.

Os resultados para os multiplicadores de renda, que representam o potencial de cada setor para gerar mais renda recebida pelas famílias, devido variações de R\$ 1,00 na demanda final, também são apresentados na Tabela 1. As atividades econômicas com maiores multiplicadores de renda estão relacionadas aos setores de serviços, com destaque para Educação pública (62), Atividade de vigilância, segurança e investigação (60), Saúde pública (64), Administração pública, defesa e seguridade social (61), Educação privada (63) e Outras atividades administrativas e serviços complementares (59), todos com multiplicador acima de 0,55.

**TABELA 1 - Principais resultados da matriz de insumo-produto (2011)\***

Cod. Setor	Multiplicador de Produção (Pela Ótica da Demanda)	Multiplicador de Renda	Multiplicador de Renda (Tipo I)	Multiplicador de Emprego <sup>1</sup>	Multiplicador de Emprego (Tipo I)	% Valor Adicionado	% Valor da Produção	% Exportações
1	1.68	0.21	1.96	3.67	1.18	3.35%	2.84%	9.18%
2	1.85	0.29	1.89	8.32	1.18	1.31%	1.30%	0.60%
3	1.44	0.16	1.76	4.83	1.18	0.47%	0.32%	0.12%
4	1.88	0.36	1.81	1.62	1.89	0.20%	0.23%	0.16%
5	1.51	0.19	2.27	0.48	12.44	2.66%	2.14%	7.30%
6	1.47	0.17	2.31	0.49	8.45	1.40%	1.04%	12.82%
7	1.92	0.36	1.96	1.10	3.47	0.12%	0.14%	0.64%
8	2.47	0.37	3.36	4.36	10.93	0.69%	2.21%	4.86%
9	2.24	0.34	2.28	2.69	5.89	0.35%	0.75%	4.21%
10	2.33	0.34	3.01	2.77	4.07	0.85%	2.30%	3.84%
11	1.99	0.30	2.84	1.36	4.79	0.51%	0.77%	0.29%
12	2.09	0.29	3.09	1.96	13.29	0.10%	0.18%	0.88%
13	1.99	0.38	1.89	2.72	1.93	0.32%	0.58%	0.29%
14	1.75	0.40	1.64	4.33	1.34	0.70%	0.73%	0.18%
15	2.01	0.47	1.79	3.16	1.78	0.31%	0.44%	0.92%
16	1.91	0.40	1.72	3.66	1.77	0.24%	0.30%	0.52%
17	2.07	0.35	2.36	1.45	4.18	0.45%	0.79%	2.16%
18	1.82	0.40	1.69	1.88	1.73	0.23%	0.26%	0.02%
19	2.29	0.19	7.61	0.71	61.14	-0.27%	3.41%	2.64%
20	2.35	0.32	2.79	2.67	7.77	0.13%	0.32%	0.61%
21	1.96	0.23	3.05	0.80	8.56	0.40%	1.42%	2.33%
22	1.94	0.30	2.32	1.02	5.26	0.28%	0.68%	0.94%
23	2.13	0.35	2.43	1.71	2.66	0.19%	0.37%	0.34%
24	1.64	0.32	1.86	0.99	4.12	0.53%	0.58%	0.35%
25	2.03	0.37	1.94	1.41	2.41	0.61%	1.07%	1.02%
26	1.99	0.38	1.98	1.83	2.01	0.69%	0.97%	0.56%
27	2.10	0.29	2.84	1.00	6.97	0.56%	1.29%	4.07%
28	2.06	0.32	2.55	1.19	4.00	0.21%	0.54%	2.33%
29	1.98	0.41	1.77	1.78	1.82	0.87%	1.09%	0.74%
30	1.64	0.28	2.04	0.98	3.67	0.42%	0.92%	0.55%
31	2.04	0.38	2.14	1.32	3.17	0.44%	0.84%	0.97%
32	1.89	0.39	1.89	1.31	2.99	0.93%	1.45%	2.77%
33	2.11	0.33	3.21	1.10	9.11	0.88%	2.21%	2.74%
34	2.13	0.42	2.06	1.32	3.34	0.76%	1.18%	2.32%
35	1.90	0.37	2.00	1.11	3.72	0.29%	0.50%	1.78%
36	1.81	0.36	1.84	2.54	1.64	0.70%	0.75%	0.38%
37	1.75	0.34	1.80	1.83	1.60	0.50%	0.61%	0.28%
38	1.82	0.19	2.73	0.54	6.09	1.94%	2.21%	0.20%
39	1.62	0.36	1.50	1.85	1.49	0.73%	0.63%	0.00%
40	1.84	0.36	1.85	2.49	1.55	6.27%	6.77%	0.49%
41	1.64	0.39	1.52	2.90	1.25	1.99%	1.64%	1.91%
42	1.53	0.42	1.36	3.01	1.23	10.87%	8.38%	8.16%
43	1.99	0.37	1.77	2.22	1.52	2.88%	3.19%	1.64%
44	2.02	0.48	1.91	1.42	2.74	0.11%	0.16%	0.44%
45	1.82	0.38	1.82	1.04	4.41	0.17%	0.39%	0.60%
46	1.59	0.48	1.43	1.64	1.71	1.29%	1.09%	1.02%
47	1.67	0.46	1.39	3.09	1.36	0.26%	0.23%	0.41%
48	1.85	0.34	1.76	4.03	1.35	1.96%	2.04%	0.51%
49	1.78	0.45	1.63	1.64	2.10	0.28%	0.30%	0.09%
50	1.76	0.43	1.74	1.49	2.76	0.39%	0.42%	0.01%
51	1.85	0.28	3.18	1.12	7.13	1.53%	1.93%	0.11%
52	1.39	0.47	1.28	1.30	1.57	1.48%	1.09%	0.08%
53	1.53	0.39	1.56	0.85	3.00	6.30%	5.28%	1.38%
54	1.12	0.04	2.88	0.19	1.94	8.45%	4.62%	0.55%
55	1.41	0.38	1.36	1.74	1.37	2.35%	1.68%	1.40%
56	1.48	0.44	1.36	1.55	1.52	0.96%	0.75%	2.04%
57	2.01	0.36	3.11	1.62	2.49	0.60%	0.89%	0.26%
58	1.48	0.33	1.45	1.48	1.51	0.55%	0.42%	0.34%
59	1.44	0.55	1.22	3.15	1.19	2.64%	1.92%	1.13%
60	1.26	0.75	1.09	3.48	1.09	0.54%	0.33%	0.00%
61	1.42	0.72	1.17	1.51	1.50	9.94%	7.02%	0.29%
62	1.29	0.84	1.10	2.44	1.22	4.16%	2.60%	0.01%
63	1.47	0.70	1.18	3.84	1.15	1.13%	0.85%	0.01%
64	1.51	0.74	1.21	2.17	1.57	1.98%	1.54%	0.00%
65	1.64	0.49	1.45	2.78	1.48	1.90%	1.69%	0.01%
66	1.57	0.42	1.37	4.54	1.15	0.38%	0.33%	0.19%
67	1.74	0.45	1.58	4.36	1.28	1.41%	1.49%	0.01%
68 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	1.22%	0.61%	0.00%
Média	1.80	0.38	2.05	2.13	4.17	-	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto para o ano de 2011.

Nota: Em destaque os valores acima da média. Os multiplicadores do TIPO I têm a interpretação relacionada a variações no emprego e renda, respectivamente em detrimento de variações na demanda final.

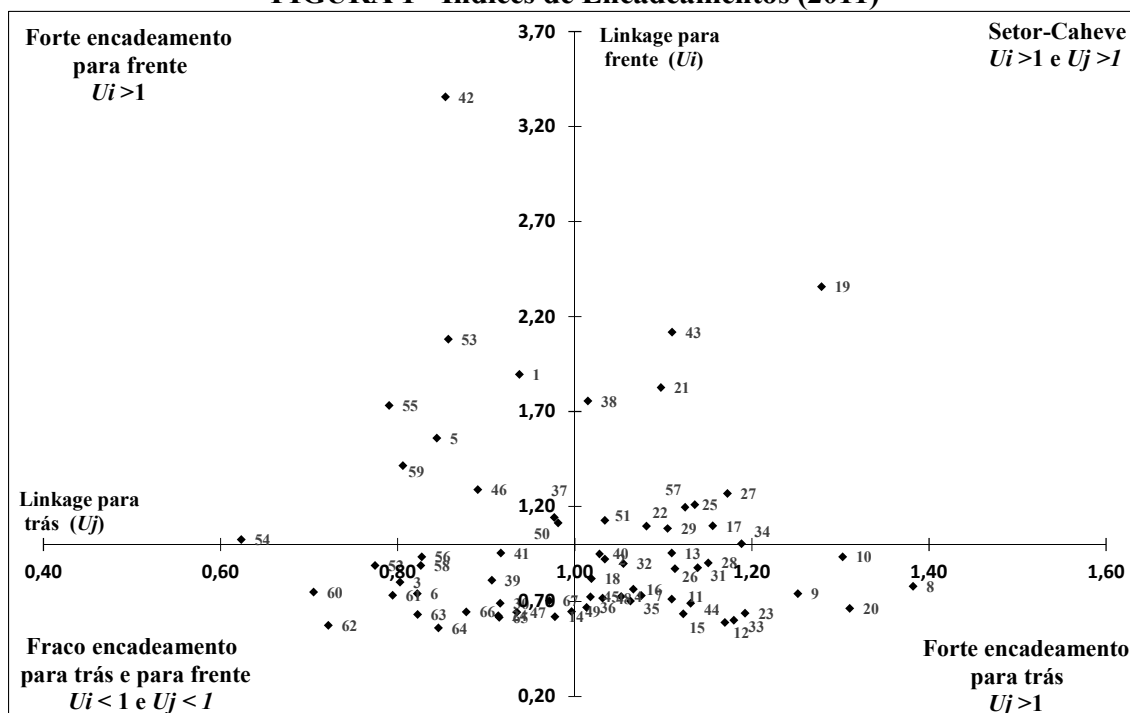
<sup>1</sup>Por um choque de demanda final igual a R\$ 100.000,00.

<sup>2</sup>Dado a não existência de fluxos intermediários no setor 68 (Serviços domésticos) não se tem o cálculo dos multiplicadores para o setor.

Para os multiplicadores de emprego (Tabela 1), que refletem o impacto no número de empregos gerados a partir da variação de R\$ 100.000,00 na demanda final, destaca-se os resultados para os setores primários (1 – Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós colheita; 2 - Pecuária, inclusive o apoio à pecuária; 3 - Produção florestal, pesca e aquicultura), para algumas Indústrias tradicionais (14 - Confeção de artefatos do vestuário e acessórios; 15 - Confeção de calçados e artefatos de couro; e 16 - Fabricação de produtos da madeira) e para alguns setores de serviços (66 - Atividades artísticas, criativas e de espetáculos; 8 - Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca; 67 - Organizações associativas e outros serviços pessoais; 60 – Atividades de vigilância, segurança e investigação; e 63 – Educação privada), atividades estas tradicionalmente intensivas no emprego de mão de obra.

A partir dos índices de ligação R-H é possível observar as atividades que provocam estímulos acima da média na economia diante de uma variação dos componentes da demanda final e, que, podem contribuir com o crescimento da economia acima da média. Portanto, é possível apontar as atividades consideradas chave no sistema produtivo. Além disso, a análise é reforçada pelas estatísticas de variabilidade, uma vez que o efeito de encadeamento da atividade produtiva, embora seja acima da média, pode não estimular muitos setores. Verifica-se a partir da Figura 1 que os setores com forte encadeamento para trás referem-se predominantemente a setores da Indústria da transformação, Indústria Extrativista e setores primários. Os resultados do índice de ligação para trás evidenciam a importância desses setores em termos de aquisição de insumos dos demais setores dentro do próprio estado. O índice de ligação para frente, por sua vez, indica setores com forte encadeamento para frente, com destaque para Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores (42), Refino de petróleo e coquerias (19), Transporte terrestre (43) e Intermediação financeira, seguros e previdência complementar (53).

**FIGURA 1 - Índices de Encadeamentos (2011)**



Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto para o ano de 2011.

Em termos de atividades com fraco encadeamento para trás e para frente, é possível observar que grande parte destas se referem a serviços: Água, esgoto e gestão de resíduos (39); Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas (41); Alojamento (47); Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação (52); Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D (56); Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual (58); Atividades de vigilância, segurança e investigação (60); Administração pública, defesa e seguridade social (61); Educação pública (62); Educação privada (63); Saúde pública (64); Saúde privada (65); Atividade artística, criativas e de espetáculos (66); e Organizações associativas e outros serviços pessoais (67).

As atividades consideradas setor-chave, por sua vez, são: Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (17); Refino de petróleo e coquerias (19); Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros (21); Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos (22); Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (25); Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (27); Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos (29); Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores (34); Energia elétrica, gás

natural e outras utilidades (38); Transporte terrestre (43); Telecomunicações (51); Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (57).

Dentre os setores considerados chave, tem-se que o setor Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (57) e Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos (22) exibem as menores estatísticas  $V_j$  de variabilidade, indicando que maior será o número de setores atingidos pela variação na demanda final do setor  $j$ , ou seja, os dois setores são os que apresentam maior poder de dispersão dentro daqueles considerados setores-chave na economia brasileira. Por outro lado, Transporte terrestre (43) e Refino de petróleo e coquerias (19) são os setores com menores estatísticas  $V_i$  de variabilidade, indicando que maior será o número de atividades atendidas pelas vendas do setor  $i$ .<sup>10</sup>

Dado que os índices de ligação não indicam quais são os elos de ligações mais importantes na economia, a Figura 2 apresenta os resultados da análise do campo de influência, evidenciando a distribuição e a intensidade das relações comerciais entre os setores, o que permite compreender melhor os encadeamentos setoriais da economia brasileira. Nessa Figura, o campo de influência setorial está definido da seguinte maneira: valores abaixo da média estão representados em branco, valores acima da média da economia em cinza claro, acima da média mais 0,5 desvio padrão em cinza, acima da média mais um desvio padrão em cinza escuro e acima da média mais dois desvios padrão em preto.

É possível identificar um padrão de interdependência em que os setores Refino de petróleo e coquerias (19) e Energia elétrica, gás natural e outras utilidades (38) apresentam os fluxos mais relevantes tanto pela ótica das vendas (nas linhas) quanto pela ótica das compras (nas colunas). Além disso, para os setores Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (1) e Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros (21) há forte encadeamento setorial, especialmente, pelo lado da demanda.

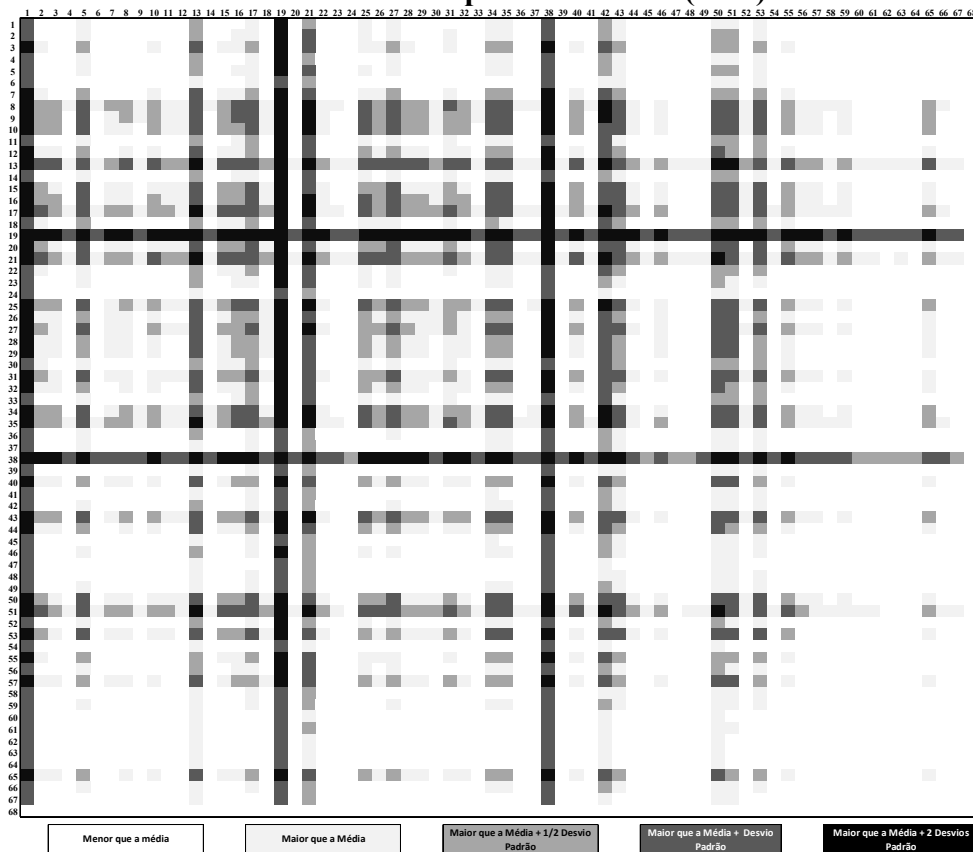
Além disso, a partir da Figura 2 é possível observar que em geral os setores de serviços apresentam fracos elos de ligação entre si (parte inferior à direita), ou seja, as intensidades das relações comerciais entre estes setores são baixas e, com algumas exceções, menores

---

<sup>10</sup> As estatísticas  $V_i$  e  $V_j$  de variabilidade estão representadas no Apêndice C.

que a média da economia brasileira. Por outro lado, os elos entre os setores primários e industriais (superior à esquerda), e entre os setores industriais (parte central) são fortes e sistematicamente maiores que a média da economia.

**FIGURA 2 - Campo de Influência (2011)**



Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto para o ano de 2011.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi estimada uma matriz de insumo produto (MIP) tomando por base as Tabelas de Recursos e Usos (TRU) de 2011. A estimação da MIP de 2011 configurou-se como a principal contribuição deste trabalho, uma vez que inexistia a quase 10 anos uma MIP oficialmente divulgada pelo IBGE. Por um lado, essa atividade de estimação favorece a elaboração de futuras pesquisas acadêmicas envolvidas com as análises de projeções quanto às análises dos fluxos interindustriais de bens e insumos do sistema produtivo brasileiro. Por outro, ela pode ser uma peça do processo de planejamento econômico, pois a disponibilização de informações consistentes em nível setorial favorece a adoção de estratégias específicas ou gerais e nas tomadas de decisões dos formuladores e

integrantes desse processo. Dada sua grande diversidade de temas, o modelo de insumo-produto, dentro das suas suposições e formulação teórica, é um instrumento que fornece projeções gerais para um planejamento econômico, tanto no aspecto micro quanto macroeconômico. Por exemplo, projeções do crescimento da produção setorial, do emprego, da renda, da demanda interna de bens de consumo, da demanda por bens intermediários e bens de capital podem ser realizadas a partir de choques exógenos nos componentes da demanda final (e.g., as projeções setoriais de exportação e seus efeitos econômicos).

A estimação da MIP 2011 acompanhou majoritariamente os métodos e estratégias aplicados pelo IBGE (2008), conciliando-os, quando necessário, com os procedimentos adotados em Martinez (2014a, 2014b, 2015) e Guilhoto e Sesso-Filho (2005). Entretanto, como na nova série do SCN as TRU de 2011 revelaram mudanças nas suas dimensões, 68 atividades econômicas e 128 produtos, alguns procedimentos novos foram aplicados nesse estudo. Basicamente a mudança mais significativa residiu na reprodução da estrutura de usos dos produtos importados do ano de 2005 para 2011 e no ajuste do algoritmo RAWS para a estimação consistente das tabelas auxiliares. Uma vez que essa nova dimensão das TRU amplia a capacidade de análise sobre questões específicas do sistema produtivo brasileiro, optou-se, portanto, em reproduzir o padrão do fluxo de produtos importados de 2005 ao invés de realizar uma interpolação das tabelas de 2000 e 2005 e projeção de 2006 a 2011 a partir da MIP 2005, como em Martinez (2015). A realização dos procedimentos de Martinez (2015) implicaria na compatibilização e redução das dimensões entre as TRUs anuais, pois, não somente as atividades econômicas e produtos foram desagregados em relação à antiga dimensão, como também outros foram agregados. Em suma, com o intuito de preservar a nova dimensão estabelecida pelo IBGE e diante da sua vantagem, os procedimentos descritos nesse trabalho diferem, em certa medida, ao do Martinez (2015) e Guilhoto e Sesso-Filho (2005).

A análise estrutural das interações e dos encadeamentos produtivos na economia brasileira foi realizada por meio dos multiplicadores, dos índices de Rasmussen-Hirschman, das estatísticas de variabilidade e do campo de Influência. A associação dos resultados dessas técnicas tradicionais de um modelo de insumo-produto permitiu averiguar, por um lado, se

as atividades produtivas, que se destacam pelos efeitos multiplicadores de produção, emprego e renda, são as mesmas que exibem altos efeitos de encadeamentos com fortes elos de ligações (alto número de setores atingidos e maior campo de influência) na economia. Por uma classificação restrita de McGilvray (1977), foi também possível classificar os setores-chaves na economia. Diante dos resultados gerados, as indústrias de transformação são as que apresentam maiores multiplicadores de produção e emprego, bem como altos índices de ligação para frente e fortes elos de ligação em geral. Por outro lado, os setores de serviços exibem baixos multiplicadores de produção e emprego e fracos elos de ligação, porém, altos índices de ligação para trás e multiplicadores de renda. Portanto, a partir dos resultados é possível evidenciar que os setores de serviços têm fraca integração à cadeia produtiva brasileira, mas com significativa importância relativa no que diz respeito à geração de renda. Já o setor primário e da indústria de transformação são relativamente mais representativos na geração de emprego e revelam maior integração destes setores dentro da estrutura produtiva.

Cabe ainda destacar os resultados do setor de Refino de petróleo e coquearias (19) e de Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (27), pois estes apresentaram significativos multiplicadores e, ao mesmo tempo, foram considerados como setores-chaves na economia. A atividade de Refino de petróleo e coquearias (19) apresentou um baixo índice de sensibilidade à dispersão, ou seja, um maior número de setores econômicos será atendido pelas vendas dessa atividade. Ademais, no padrão de interdependência do sistema produtivo, observou-se que esse setor, o Refino de petróleo e coquearias (19), influencia predominantemente os encadeamentos setoriais, tanto pela ótica das vendas quanto pela ótica das compras. O setor de Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros (21), também considerado como setor-chave, revelou forte encadeamento setorial, especialmente, pelo lado da demanda.

Diante da matriz de insumo- produto estimada a partir das TRU de 2011, divulgadas pelo IBGE, e da análise sistêmica realizada foi possível identificar elementos relevantes do sistema produtivo brasileiro capazes de subsidiar, em alguma medida, a tomada de decisão no âmbito privado e público, ou seja, o trabalho se insere como um importante instrumento de planejamento a partir de uma aproximação mais realística da atual estrutura produtiva



brasileira, a qual releva composições assimétricas de custos e demanda entre as atividades setoriais dentro de um sistema de mercados interdependentes.

## REFERÊNCIAS

BETARELLI JUNIOR, A. A. *Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil*. 2013. 366 f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG), 2013.

ECKAUS, R. S. Apêndice sobre planejamento do desenvolvimento. In: KINDLERBERGER, C. P. *Desenvolvimento Econômico* (Tradução de Sonia Schwartz e Luiz Roberto Azevedo Cunha). São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976.

GUILHOTO, J. J. M. *Análise de insumo-produto: teorias e fundamentos*. Mimeo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Economia & Tecnologia*, v. 23, p. 53-62, 2010.

\_\_\_\_\_. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. *Economia Aplicada*, v. 9, n. 2, p. 277-299, 2005.

GRIJÓ, E.; BERNI, D. A. Metodologia completa para a estimativa de matrizes de insumo-produto. *Teoria e Evidência Econômica*, v. 14, n. 26, p. 9-42, 2006.

HADDAD, E. A. *Regional Inequality and Structural Changes: Lessons from the Brazilian Experience*. Aldershot, Ashgate, 1999.

HAGEN, E. E. *Economia do desenvolvimento*. São Paulo: Atlas, 1971. 670p.

HIRSCHMAN, A. O. *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press, 1958.

HUANG, W.; KOBAYASHI, S.; TANJI, H. Updating an input-output matrix with sign-preservation: some improved objective functions and their solutions. *Economic Systems Research*, v. 20, n. 1, p. 111-123, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sistema de Contas Nacionais: Brasil referência 2010-2011*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. (Contas Nacionais, n.44).

\_\_\_\_\_. Margem de Transporte e Comércio. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sistema de Contas Nacionais: Brasil referência 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. p. 8. (Nota metodológica n. 21).

\_\_\_\_\_. *Matriz de Insumo-Produto: Brasil 2000-2005*. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. (Contas Nacionais, n. 23).

JUNIUS, T.; OOSTERHAVEN, J. The solution of updating or regionalizing a matrix with both positive and negative entries. *Economic Systems Research*, v.15, n. 1, p. 87-96, 2003.

MARTINEZ, T. S. *Método raws/raw para estimação anual da matriz de insumo-produto na referência 2000 das contas nacionais*. Brasília: IPEA, 2015. (Texto para discussão n. 2043).

\_\_\_\_\_. *Método RAWs/RAW para estimação anual da Matriz de Insumo-Produto*. Brasília: IPEA, 2014a. (Nota técnica n. 17).

\_\_\_\_\_. Estimação das tabelas auxiliares de impostos e margens da matriz de insumo-produto com mínima perda de informação: algoritmo RAWs. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 44, n. 2, 2014b.

McGILVRAY, J. Linkages, key sectors and development strategy. In: LEONTIEF, W. (Ed.). *Structure, system and economic policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1977. cap.4, p.49-56.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. *Input-output analysis: foundations and extensions*. Cambridge University Press, 2009.

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

SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Error and sensitivity input-output analysis: a new approach. In: MILLER, R. R.; POLENSKE, K. R.; ROSEM A. Z. (Ed.). *Frontiers of Input-Output Analysis*. New York: Oxford University Press, 1989.

\_\_\_\_\_. *Fields of influence in input-output systems*. Mimeo. Urbana: University of Illinois. Regional Economics Applications Laboratory, 1994.

TEMURSHOEV, U.; TIMMER, M. P. Joint estimation of supply and use tables. *Papers in Regional Science*, v. 90, n. 4, p. 863-882, 2011.

THIRWALL, A. P. Input-output analysis. In: \_\_\_\_\_. *Growth & Development*. 8th ed. New York: Palgrave MacMilan, 2006. p.383-389.

TODARO, M.; SMITH, S. C. *Economic Development*. Essex: Patterson Educational, 2009. 861p.

TOYOSHIMA, S. H.; FERREIRA, M. J. Encadeamento do setor de transportes na economia brasileira. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 25, p. 139-166, 2002.

**APÊNDICE A –Correspondência entre os 128 produtos da nova série do SCN e os 110 produtos do antigo SCN**

Cod. 128 produtos	Cód. 110 produtos	Cod. 128 produtos	Cód. 110 produtos
01911	10101 e 10103	23002	32001
01912	10102	23003	32001
01913	10107 ; 10108 e 10109	24911	32101
01914	10104	24912	32102
01915	10105	24921	32201
01916	10106	24922	32202
01917	10110	25001	32301
01918	10111	26001	32801
01919	10106	26002	32601
01921	10201	26003	32801
01922	10202	26004	32901
01923	10203	27001	32701
01924	10204 e 10205	27002	32501
02801	10112	28001	32401 e 110101
02802	10206	28002	32401 e 110101
05801	20301	28003	32401 e 110101
05802	20303	29911	33001
06801	20101	29912	33101
07911	20201	29921	33201
07921	20302	30001	33301
10911	30101	31801	33401
10912	30102	31802	33401
10913	30103	33001	32401 e 110101
10914	30104	35001	33402 e 40101
10915	30109	36801	33402 e 40101
10916	30110	41801	50101
10921	30115	41802	50101
10931	30105	41803	50101
10932	30106 ; 30107 e 30108	45001	60101
10933	30116 e 30117	46801	60101
10934	30111	49001	70101
10935	30112 e 30113	49002	70102
10936	30114	50001	70101
10937	30118	51001	70102
11001	30119	52801	70102
12001	30201	52802	70102
13001	30301	55001	110201
13002	30302	56001	110201
13003	30303	58001	80101
14001	30401	59801	80101
15001	30501 e 30502	61001	80101
16001	30601	62801	80101
17001	30701	64801	90101
17002	30702	68001	100101
18001	30801	68002	100102
19911	30902 e 31001	69801	110301
19912	30903	71801	110301
19913	30901 e	71802	110301
19914	30904	73801	110301
19915	30905	77001	110301
19916	30906	78801	110301
19921	30902 e 31001	78802	110301
20911	31101	80001	110301
20912	31101	84001	120301
20913	31102	84002	120301
20914	31201	85911	120101
20921	31401	85921	110401
20922	31701	86911	120201
20923	31601	86921	110501
20931	31501	90801	110601
21001	31301	94801	110602
22001	31801	94802	110101
22002	31802	94803	110601
23001	31901	97001	110701

Fonte: Elaboração própria dos autores.

**APÊNDICE B–Correspondência entre os 68 setores econômicos da nova série do SCN  
e os 55 setores do antigo SCN**

Cod. 68 setores	Cod. 55 setores	Cod. 68 setores	Cod. 55 setores
0191	0101	3000	0333
0192	0201	3180	0334
0280	0101	3300	0324
0580	0203	3500	0401
0680	0201	3680	0401
0791	0202	4180	0501
0792	0203	4500	0601
1091	0301	4680	0601
1092	0301	4900	0701
1093	0301	5000	0701
1100	0301	5100	0701
1200	0302	5280	0701
1300	0303	5500	1102
1400	0304	5600	1102
1500	0305	5800	0308
1600	0306	5980	0801
1700	0307	6100	0801
1800	0308	6280	0801
1991	0309	6480	0901
1992	0310	6800	1001
2091	0311	6980	1103
2092	0314 ; 0316 e 0317	7180	1103
2093	0315	7380	1103
2100	0313	7700	1103
2200	0318	7880	1103
2300	0319 e 0320	8000	1103
2491	0321	8400	1203
2492	0322	8591	1201
2500	0323	8592	1104
2600	0326 ; 0328 e 0329	8691	1202
2700	0327	8692	1105
2800	0324	9080	1106
2991	0330 e 0331	9480	1106
2992	0332	9700	1106

Fonte: Elaboração própria dos autores.

## APÊNDICE C – Índices de encadeamento e dos graus de ligações dos setores econômicos

Cod. Setor	Setores	Índices de Hirsman-Rasmussen			Estatística de Variabilidade		
		Uj	Ui	Classificação <sup>1</sup>	Vj	Vi	
1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0.94	1.90	-	FL	6.38	3.11
2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	1.03	0.92	BL	-	4.94	5.53
3	Produção florestal; pesca e aquicultura	0.80	0.80	-	-	6.28	6.29
4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	1.05	0.73	BL	-	4.47	6.47
5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	0.84	1.56	-	FL	6.23	3.34
6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	0.82	0.74	-	-	5.73	6.36
7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	1.08	0.73	BL	-	4.62	6.78
8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	1.38	0.78	BL	-	3.66	6.43
9	Fabricação e refino de açúcar	1.25	0.74	BL	-	3.82	6.41
10	Outros produtos alimentares	1.30	0.94	BL	-	3.89	5.40
11	Fabricação de bebidas	1.11	0.71	BL	-	4.43	6.88
12	Fabricação de produtos do fumo	1.17	0.59	BL	-	4.19	8.24
13	Fabricação de produtos têxteis	1.11	0.95	BL	-	5.05	5.86
14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0.98	0.62	-	-	4.86	7.64
15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	1.12	0.63	BL	-	4.61	8.12
16	Fabricação de produtos da madeira	1.07	0.76	BL	-	4.92	6.85
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	1.16	1.10	<b>Setor-Chave</b>	-	4.65	4.89
18	Impressão e reprodução de gravações	1.02	0.82	BL	-	4.83	6.00
19	Refino de petróleo e coqueiras	1.28	2.36	<b>Setor-Chave</b>	-	4.77	2.54
20	Fabricação de biocombustíveis	1.31	0.66	BL	-	3.58	6.99
21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	1.10	1.83	<b>Setor-Chave</b>	-	5.10	3.04
22	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	1.08	1.10	<b>Setor-Chave</b>	-	4.45	4.39
23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	1.19	0.64	BL	-	3.99	7.40
24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0.91	0.63	-	-	5.05	7.36
25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	1.14	1.21	<b>Setor-Chave</b>	-	4.59	4.31
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1.11	0.87	BL	-	4.58	5.83
27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	1.17	1.27	<b>Setor-Chave</b>	-	4.49	4.15
28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	1.15	0.90	BL	-	4.39	5.59
29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	1.10	1.08	<b>Setor-Chave</b>	-	4.51	4.60
30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0.92	0.69	-	-	5.38	7.12
31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	1.14	0.88	BL	-	4.55	5.89
32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	1.05	0.90	BL	-	4.76	5.58
33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1.18	0.60	BL	-	4.08	7.94
34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	1.19	1.00	<b>Setor-Chave</b>	-	4.51	5.34
35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1.06	0.70	BL	-	5.08	7.67
36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	1.01	0.67	BL	-	4.65	7.04
37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0.98	1.14	-	FL	4.75	4.06
38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	1.01	1.76	<b>Setor-Chave</b>	-	5.91	3.39
39	Água, esgoto e gestão de resíduos	0.91	0.81	-	-	5.12	5.72
40	Construção	1.03	0.95	BL	-	4.93	5.33
41	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	0.92	0.95	-	-	5.07	4.86
42	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	0.85	3.36	-	FL	6.19	1.38
43	Transporte terrestre	1.11	2.12	<b>Setor-Chave</b>	-	4.63	2.38
44	Transporte aquaviário	1.13	0.69	BL	-	4.36	7.11
45	Transporte aéreo	1.02	0.72	BL	-	4.54	6.36
46	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0.89	1.29	-	FL	5.43	3.74
47	Alojamento	0.93	0.64	-	-	4.93	7.15
48	Alimentação	1.03	0.72	BL	-	4.47	6.41
49	Edição e edição integrada à impressão	1.00	0.65	BL	-	4.68	7.19
50	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	0.98	1.11	-	FL	5.60	4.93
51	Telecomunicações	1.03	1.13	<b>Setor-Chave</b>	-	5.25	4.81
52	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	0.77	0.89	-	-	6.22	5.41
53	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0.86	2.08	-	FL	6.08	2.43
54	Atividades imobiliárias	0.62	1.03	-	FL	7.39	4.48
55	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	0.79	1.73	-	FL	6.30	2.82
56	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	0.83	0.94	-	-	5.82	5.15
57	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	1.12	1.20	<b>Setor-Chave</b>	-	4.22	3.97
58	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	0.83	0.89	-	-	5.66	5.25
59	Outras atividades administrativas e serviços complementares	0.81	1.41	-	FL	5.87	3.31
60	Atividades de vigilância, segurança e investigação	0.71	0.75	-	-	6.52	6.13
61	Administração pública, defesa e seguridade social	0.79	0.73	-	-	5.79	6.27
62	Educação pública	0.72	0.57	-	-	6.39	8.02
63	Educação privada	0.82	0.63	-	-	5.60	7.27
64	Saúde pública	0.85	0.56	-	-	5.46	8.21
65	Saúde privada	0.91	0.62	-	-	5.54	8.21
66	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	0.88	0.65	-	-	5.37	7.29
67	Organizações associativas e outros serviços pessoais	0.97	0.70	-	-	4.75	6.55
68 <sup>2</sup>	Serviços domésticos	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir da matriz de insumo-produto para o ano de 2011.

<sup>1</sup>Uj>1 corresponde a "BL" (*Backward linkage*); Ui>1 corresponde a "FL" (*Forward linkage*); e Uj>1 e Ui>1 corresponde "Setor-Chave".

<sup>2</sup>Dado a não existência de fluxos intermediários no setor 68 (Serviços domésticos) não se tem o cálculo dos índices de encadeamentos para o setor.