

LATES

LABORATÓRIO DE ANÁLISES TERRITORIAIS E SETORIAIS

Territorial and Sectorial Analysis Laboratory

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Nº 01-2015

**UM MODELO NACIONAL DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL DINÂMICO-
RECURSIVO (EGC-RD) PARA O BRASIL NO ANO DE 2011 (BIM-RD)**

Admir Antonio Betarelli Junior

Fernando Salgueiro Perobelli

Vinícius de Almeida Vale

**Juiz de Fora
2015**

UM MODELO NACIONAL DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL DINÂMICO-RECURSIVO (EGC-RD) PARA O BRASIL NO ANO DE 2011 (BIM-RD)¹

Admir Antonio Betarelli Junior²

Fernando Salgueiro Perobelli³

Vinícius de Almeida Vale⁴

¹ Este trabalho é somente para uso privado de atividades de pesquisa e ensino. Não é autorizada sua reprodução para quaisquer fins lucrativos. Esta reserva de direitos abrange a todos os dados do documento bem como seu conteúdo. Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório referenciar os autores do trabalho.

² 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

³ Professor Associado. Departamento de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador CNPq, FAPEMIG e LATES. E-mail: Fernando.perobelli@ufjf.edu.br

⁴ Doutorando em Economia. Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador LATES. E-mail: vinicius.a.vale@gmail.com



LATES

O LATES – Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais – criado em março de 2014, é um grupo de pesquisa formado por professores, pós-graduandos e alunos de graduação da Faculdade de Economia (FE) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). O LATES objetiva congrega no âmbito da Faculdade de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) pesquisas que procuram evidenciar questões econômicas e seus aspectos territoriais e setoriais.

Apoio Institucional



TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos acadêmicos, os quais, por sua relevância, levam informações para a comunidade acadêmica de forma geral e estabelecem um espaço para sugestões.

Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais

BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio; PEROBELLI, Fernando Salgueiro; VALE, Vinicius de Almeida. **Um Modelo Nacional de Equilíbrio Geral Computável Dinâmico-Recursivo (EGC-RD) para o Brasil no Ano de 2011 (BIM-RD)**. Texto para discussão nº 01-2015. Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES), Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais, do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora ou da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Este trabalho é somente para uso privado de atividades de pesquisa e ensino. Não é autorizada sua reprodução para quaisquer fins lucrativos. Esta reserva de direitos abrange a todos os dados do documento bem como seu conteúdo. Na utilização ou citação de partes do documento é obrigatório referenciar os autores do trabalho.

SUMÁRIO

1	O MODELO BIM-RD	6
2	SISTEMA DE EQUAÇÕES LINEARES	8
3	DIMENSÕES E PRINCIPAIS EQUAÇÕES COMPORTAMENTAIS	12
4	ESTRUTURA DOS DADOS E CALIBRAGEM DO BIM-RD	17
4.1	Estimação da MIP2011	17
4.2	Tratamento de alguns dados	23
4.3	Estrutura básica do modelo BIM-RD e calibragem dos principais coeficientes	24
4.3.1	Calibragem dos coeficientes para o mecanismo intertemporal	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30

UM MODELO NACIONAL DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL DINÂMICO-RECURSIVO (EGC-RD) PARA O BRASIL NO ANO DE 2011 (BIM-RD)

RESUMO

Modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) têm se tornado uma ferramenta de auxílio para avaliação quantitativa de políticas econômicas, fornecendo projeções gerais, tanto no âmbito micro como macroeconômico. O contínuo aprimoramento deste instrumental metodológico permitiu o tratamento da dimensão tempo nas soluções de EGC. A preocupação residia na necessidade de se considerar o caminho tendencial da economia para a análise de políticas de longo prazo no uso de modelos EGC. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho técnico é descrever a estrutura teórica e os procedimentos de calibragem de um modelo nacional de Equilíbrio Geral Computável Dinâmico-Recursivo (EGC-RD) para o Brasil no ano de 2011. As informações requeridas no processo de calibragem envolvem tanto aquelas de um Sistema de Contas Nacionais (SCN) quanto de estimativas para os parâmetros comportamentais na implementação do modelo. Além de fornecer os procedimentos aos pesquisadores e estudantes interessados na prática de modelos de EGC, este trabalho pretende-se ser um *benchmark* para os trabalhos acadêmicos, dissertações e teses da Universidade Federal de Juiz de Fora e de outras instituições acadêmicas que utilizarão este modelo EGC.

Palavras-Chave: Equilíbrio Geral Computável; BIM-RD.

ABSTRACT

Computable General Equilibrium models (CGE) have become an auxiliary tool for quantitative assessment of economic policy, providing microeconomic and macroeconomic projections. The continuous improvement of this methodology allowed consider the time dimension in its solutions. This concern was to treat the long-term trend path for the policy analysis. The objective of this technical work is to describe the theoretical framework and the calibration procedure of a Computable General Equilibrium Model with Dynamic Recursive (CGE-RD) for Brazil in 2011. The information required in the calibration process involves both a System of National Accounts (SNA) as behavioral parameters. Therefore, this technical work provides some procedures adopted in the practice of CGE models for researchers and students interested. Furthermore, this paper will be a benchmark for academic papers, thesis or dissertations at Federal University of Juiz de Fora, as well as at other academic institutions.

Keywords: Computable General Equilibrium; BIM-RD.

1 O MODELO BIM-RD

Durante os últimos 35 anos, modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) têm se tornado uma ferramenta de auxílio para avaliação quantitativa de políticas econômicas, fornecendo, dentro das suas suposições e formulações teóricas, projeções gerais, tanto no âmbito micro como macroeconômico. Esse instrumental metodológico reconhece os canais intersetoriais do sistema econômico, i.e., considera os efeitos complementares e competitivos gerados nas interações econômicas de equilíbrio geral. O mecanismo de alocação de recursos é simultâneo, pois, dado uma mudança exógena, endogenamente os preços relativos e quantidades são alterados para restabelecer o equilíbrio dos mercados do modelo (DOMINGUES, 2002; HADDAD, 2004; PEROBELLI, 2004).

Os modelos EGC podem ser definidos como um conjunto de equações que incorporam um histórico de conhecimentos econômicos, teóricos e empíricos no qual a economia é tida como um sistema de mercados interdependentes (HADDAD, 2004). Apresentam uma estrutura microeconômica detalhada, captando, dentre os quais, características setoriais e comportamentais de empresas, famílias e demais instituições na economia brasileira. Entretanto, o contínuo aprimoramento deste instrumental metodológico permitiu o tratamento da dimensão “tempo” nas suas soluções. A preocupação residia na necessidade de se considerar o caminho prospectivo da economia para a análise de políticas de longo prazo no uso de modelos EGC (BETARELLI JUNIOR, 2013). Esse avanço se baseou no princípio de dinâmica recursiva, que considera uma estrutura inicial da economia para a realocação dos recursos ao longo do tempo. Ou melhor, para viabilizar o método de soluções recursivas, tais modelos partem da hipótese de expectativas estáticas (ou adaptativas) (DIXON e RIMMER, 2002), de maneira que a solução de cada ano depende do ano corrente e dos anos anteriores (DIXON e RIMMER, 2002; DOMINGUES *et al.*, 2010; HASEGAWA, 2003). Nesse sentido, a calibragem é feita apenas em um período inicial, cujas informações são suficientes para averiguar as repercussões econômicas de suposições adotadas sobre as variáveis endógenas, ao longo de um intervalo temporal.

Nesse mote de pesquisa, este trabalho técnico consiste na descrição da especificação teórica e do processo de calibragem e construção do núcleo de dados do modelo denominado BIM-RD (*Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic*), um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) multi-período desenvolvido para analisar os efeitos de alguns instrumentos de política na economia brasileira a partir de 2011. Esse ano base se apresenta

como um ano bem-comportado com certas ausências de flutuações para a economia brasileira. Assim, a contribuição deste trabalho reside na descrição compilada dos procedimentos aplicados, desde a estimação de uma matriz de insumo-produto (BETARELLI JUNIOR; PEROBELLI; VALE, 2015) até a calibragem para a implementação do modelo. Logo, a mesma deve ser de grande interesse tanto para os pesquisadores dessa temática quanto aos estudantes interessados com modelos de equilíbrio geral computável.

Tanto a especificação das equações comportamentais como a implementação do modelo BIM-RD realizaram-se com referência ao modelo ORANI⁵ (DIXON *et al.*, 1982), já inclusos os mecanismos de dinâmica recursiva do modelo MONASH de Adams *et al.* (1994). Ambos se tornaram uma plataforma para o desenvolvimento de modelos EGC em outras economias⁶ (DIXON e RIMMER, 2002; HORRIDGE, 2000) e estão na tradição australiana⁷ do tipo Johansen (1960). Portanto, são modelos que acompanham as suposições do sistema *walrasiano* de equilíbrio geral Arrow-Debreu (1954)⁸, como retornos constantes de escala de produção, lucro econômico zero e os mercados exibem estrutura de concorrência perfeita.

No modelo BIM-RD estão presentes três mecanismos de dinâmica recursiva de Adams *et al.* (1994) e Dixon e Rimmer (2002): (i) uma relação estoque-fluxo entre investimentos e capital, que assume um ajustamento defasado de um ano (*backward looking*); (ii) uma relação positiva entre os investimentos e a taxa esperada de retorno; e (iii) um processo de ajustamento defasado no mercado de trabalho, basicamente entre o crescimento do salário real e a oferta de emprego nacional. Assim, com esses mecanismos é possível construir um cenário básico (*baseline*) da economia brasileira para o futuro, e, um cenário de política, que somente é diferente em relação ao cenário básico por tratar choques de valores em alguns instrumentos de política (e.g., reduções tarifárias do setor de automóveis no Brasil). Essa diferença pode ser interpretada como os efeitos da mudança política (DIXON; RIMMER, 2002).

Além dessas inovações na sua especificação teórica, o modelo BIM-RD apresenta outras inovações. Primeiro, o modelo é calibrado com dados mais recentes do Novo Sistema de Contas

⁵Inicialmente, utilizou-se o código computacional da versão genérica do modelo ORANI, o ORANI-G (HORRIDGE, 2000).

⁶Dixon e Rimmer (2002) citam vários trabalhos em diversos países que usaram como ponto de partida o modelo ORANI.

⁷Tradicionalmente são conhecidas duas escolas: a norueguesa/ australiana segue a abordagem de Johansen; e a americana desenvolve modelos EGC a partir da abordagem de Scarf (1967), na qual a estrutura matemática é representada por equações não-lineares e as soluções são obtidas na forma de nível. Ambas as abordagens são métodos numéricos de solução para um sistema de equilíbrio geral Arrow-Debreu (1954).

⁸ A homogeneidade de grau zero (inexiste ilusão monetária) das funções de demanda e a homogeneidade linear das funções lucro, em preço, denotam que somente os preços relativos importam nesse sistema walrasiano. Valores absolutos de preço não têm impacto sobre o equilíbrio (SANTOS, 2010; SHOVEN e WHALLEY, 1992)

Nacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), reconhecendo 68 atividades econômicas e 128 produtos, o que amplia a capacidade de análise sobre determinados setores do sistema produtivo brasileiro. Segundo, os impostos indiretos estão desagregados no modelo, o que permite projetar efeitos de políticas tributárias específicas sobre a economia brasileira. Por fim, em toda a estrutura teórica o tipo de família está especificado separadamente, uma extensão frente aos modelos australianos oriundos do ORANI.

Além desta breve introdução sobre a importância dos modelos de EGC e apresentação do modelo BIM-RD, o presente trabalho está dividido da seguinte forma: a segunda seção apresenta o sistema de equações lineares do modelo BIM-RD; a terceira traz as dimensões e principais equações comportamentais do modelo; a quarta apresenta a estrutura dos dados e calibragem do BIM-RD; a quinta e última seção faz as considerações finais.

2 SISTEMA DE EQUAÇÕES LINEARES

O modelo BIM-RD apresenta uma estrutura teórica similar à dos modelos EGC de tradição australiana MONASH – ORANI (DIXON *et al.*, 1982), do tipo Johansen (1960), em que a estrutura matemática representa-se por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são alcançadas na forma de taxa de crescimento. Existem m variáveis endógenas de um total de p variáveis que podem ser compactamente escritos na seguinte forma matricial:

$$\mathbf{A}(\bar{\mathbf{V}}(t))\mathbf{v} = \mathbf{0} \quad (1)$$

em que $\bar{\mathbf{V}}(t)$ é um vetor $p \times 1$ que contém todas as variáveis no ano t (e.g., preços, quantidades e outras); $\mathbf{A}(\bar{\mathbf{V}}(t))$ é uma matriz $m \times p$ de coeficientes; \mathbf{v} é um vetor $p \times 1$ de mudanças percentuais nas variáveis do modelo; e $\mathbf{0}$ é o vetor nulo $m \times 1$.

Das p variáveis, e são exógenas (DIXON *et al.*, 1982). Assim, para o ano t , e variáveis podem ser usadas como choques para encontrar os valores de $(p - e)$ variáveis endógenas. O sistema de equações fornece uma trajetória temporal ou uma sequência de soluções vinculadas para as variáveis nos períodos $t, t + 1, t + 2, \dots$. Os vínculos entre as soluções temporais são fornecidos por defasagens, isto é, valores no *início* do ano $t + 1$ são os mesmos no *final* do ano t . O sistema de equações (1) permite evitar formas explícitas e ainda assim tratar às funções não lineares, muitas vezes subjacentes no modelo. Possibilita ainda

escrever as alterações percentuais das m variáveis como funções lineares das e variáveis, melhorando a eficiência computacional. Para isso, separa-se as variáveis por dois grupos em (1):

$$\mathbf{A}^\alpha(\bar{\mathbf{V}}(t))\mathbf{v}_\alpha + \mathbf{A}^\beta(\bar{\mathbf{V}}(t))\mathbf{v}_\beta = \mathbf{0} \quad (2)$$

consequentemente,

$$\mathbf{v}_\alpha = -[\mathbf{A}^\alpha(\bar{\mathbf{V}}(t))]^{-1} \mathbf{A}^\beta(\bar{\mathbf{V}}(t))\mathbf{v}_\beta \quad (3)$$

em que \mathbf{v} são os vetores de movimento das m variáveis endógenas (α) e e variáveis exógenas (β); $\mathbf{A}^\alpha(\cdot)$ e $\mathbf{A}^\beta(\cdot)$ são matrizes $m \times m$ e $e \times e$, respectivamente (MAI *et al.*, 2010). Logo, a matriz quadrática $\mathbf{A}^\alpha(\cdot)$ é não singular, caso contrário, existiria nenhum ou múltiplos valores de variáveis endógenas diante dos movimentos \mathbf{v}_β (DIXON *et al.*, 1982).

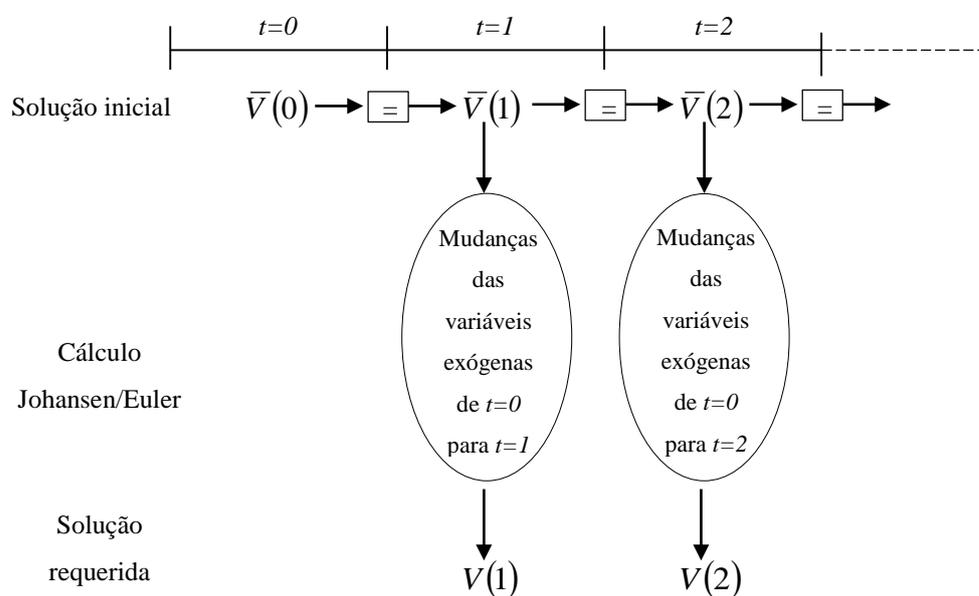
A solução inicial, $\bar{\mathbf{V}}(t)$, representada em (3), é obtida pela base de dados do modelo (matriz de insumo-produto), a qual apresenta o valor de fluxo de *commodities* e fatores por setor. Os preços são inicialmente fixados em um, revelando a quantidade (variável) para cada coeficiente da base de dados (ano base). Os preços e quantidades também ajustam as funções de oferta e de demanda no modelo. O método de Johansen (1960) encontra as soluções em (3) considerando que os coeficientes de $\mathbf{A}(\cdot)$ são constantes. Entretanto, apesar de (3) ser linear, a acurácia das soluções são alcançadas permitindo que os coeficientes de $\mathbf{A}(\cdot)$ não sejam constantes em uma simulação; isto é feito quebrando a mudança de \mathbf{v}_β em i partes iguais de maneira que em cada passo os coeficientes de $\mathbf{A}(\cdot)$ são recalculados⁹.

As simulações são operacionalizadas pelo procedimento de Euler 1-2-4 dentro do GEMPACK. Além do método de Euler, é possível obter as soluções por dois métodos alternativos, Gragg e Midpoint. Trata-se de variações do método de Euler e podem, em alguns casos, produzir resultados mais precisos para um mesmo número de passos.

⁹ O modelo é implementado e resolvido usando algoritmos de multipassos, disponíveis nos aplicativos do GEMPACK (HARRISON e PEARSON, 1996).

Como se trata de um modelo dinâmico recursivo, deve-se entender como são gerados os dados e soluções para os demais anos. Lembra-se que nesses modelos, comumente a solução de cada ano depende do ano corrente e dos anos anteriores (i.e. vigora a hipótese de expectativas estáticas). Pode-se destacar duas formas de gerar dados e soluções iniciais para os demais anos. A primeira alternativa é usar os mesmos dados e solução inicial para todos os anos, como ilustrado na Figura 1. A abordagem dessa figura mostra que a solução inicial para todos os anos, $\bar{V}(t)$ é $\bar{V}(0)$ ou a base de dados do modelo em $t=0$ [i.e. $\bar{V}(0)=\bar{V}(1)=\bar{V}(2)=\dots$](BETARELLI JUNIOR, 2013).

FIGURA 1 – A sequência de soluções usando a solução de $t=0$ como solução inicial em todos t



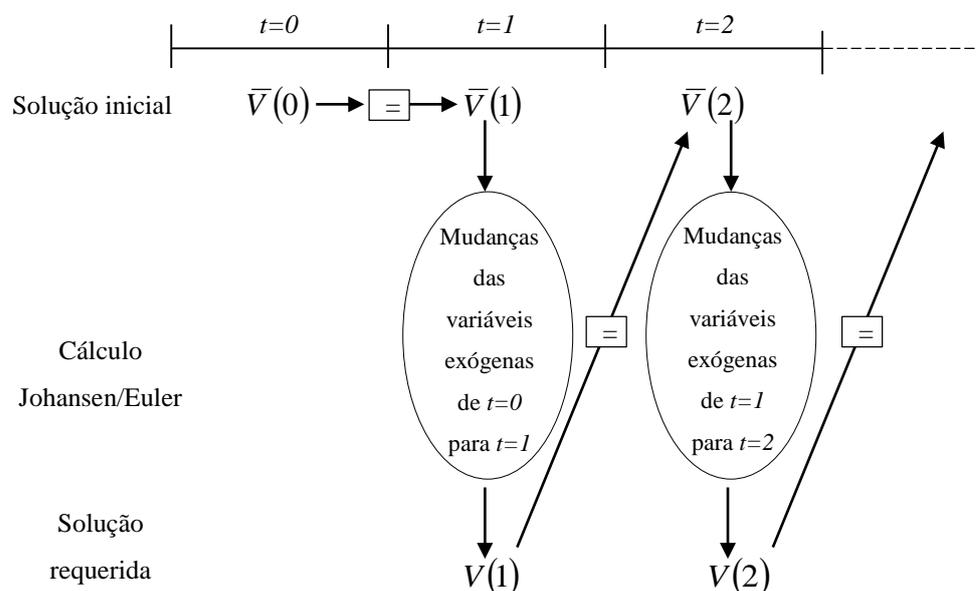
Fonte: Adaptado de Dixon e Rimmer (2002).

De acordo com esta abordagem, quando as mudanças das variáveis exógenas são aplicadas (e.g. de $t=0$ para $t=1$), o cálculo de Johansen ou Euler atua sobre a solução inicial [e.g. $\bar{V}(1)$], gerando uma solução requerida [e.g. $V(1)$] como resultado dos efeitos provocados nas variáveis endógenas em t (e.g. $t=1$). A dificuldade em usar $\bar{V}(0)$ como solução inicial para os demais anos [$\bar{V}(t)$] é que, como se afasta do ano $t=0$, os cálculos de Johansen ou Euler podem exigir um aumento no número de etapas para gerar soluções precisas. A justificativa reside no tamanho dos valores especificados para as variáveis exógenas, cujo número deve ser calculado com referência ao ano base do modelo, o que tende a ser cada vez

maior, à medida que o ano corrente se afasta do ano base (DIXON e RIMMER, 2002; MAI *et al.*, 2010). Por exemplo, os valores para as variáveis exógenas de 2020 podem apresentar um grande tamanho quando calculados em relação ao ano de 2011.

A segunda alternativa é usar a solução requerida do ano $t - 1$ (incluindo a solução para os coeficientes da base de dados) como a solução inicial para o ano t , de acordo com a Figura 2. A solução inicial para todos os anos, $\bar{V}(t)$, passa a ser a solução requerida [$V(t - 1)$] e não mais unicamente a solução inicial do ano base [$\bar{V}(0)$]. Assim, por exemplo, com as mudanças das variáveis exógenas em $t = 1$ sobre a solução inicial [$\bar{V}(1) = \bar{V}(0)$], o cálculo de Johansen ou Euler fornecerá os efeitos sobre as variáveis endógenas e, conseqüentemente, uma solução requerida [$V(1)$]. Esta será a solução inicial no ano $t = 2$, a qual será usada pelo cálculo de Johansen ou Euler quando mudanças nas variáveis exógenas forem aplicadas (BETARELLI JUNIOR, 2013).

FIGURA 2 – A seqüência de soluções, usando a solução requerida de $t-1$ como solução inicial para t



Fonte: Adaptado de Dixon e Rimmer (2002).

Esta segunda alternativa foi adotada para as soluções recursivas no modelo BIM-RD, uma vez que este procedimento envolve menores mudanças relativas de efeitos nas variáveis

exógenas (i.e., de seu ano $t - 1$ até os seus valores em t para os cálculos de Johansen ou Euler (DIXON e RIMMER, 2002; MAI *et al.*, 2010)¹⁰.

A seguir, são apresentadas as principais equações comportamentais da estrutura teórica do modelo BIM-RD. Não é propósito da próxima seção descrever toda a estrutura teórica do modelo, que já está bem descrita em Horridge (2000), Dixon e Rimmer (2002), por exemplo.

3 DIMENSÕES E PRINCIPAIS EQUAÇÕES COMPORTAMENTAIS

Em suas dimensões, o modelo BIM-RD é composto por 68 setores produtivos ($j = 1, \dots, 68$), que produzem um ou mais dos 128 produtos ($c = 1, \dots, 128$).¹¹ Todos os setores minimizam os custos de produção combinando c insumos intermediários de origem doméstica e importada ($s = D, M$) e um composto de fatores primários ($V^j = L + K + T$): trabalho (L), capital (K) e terra (T). Também possui 68 investidores produtivos ($j = 1, \dots, 68$); 1 família representativa ($h = 1$); 1 consumidor estrangeiro; 1 governo; e 1 vetor de variação de estoque.

Além disso, com o papel de facilitar os fluxos dos c produtos entre pontos de produção até os usuários domésticos, existem 4 serviços de margens ($k = 1, \dots, 4$), 2 tipos de comércio e de transporte de carga. Os custos de serviços de margens, juntamente com os $t (= 3)$ impostos indiretos (IPI, ICMS e Outros), representam as diferenças entre os preços do comprador (pago pelos usuários) e os preços básicos (recebidos por produtores e importadores). No valor adicionado, além das remunerações dos fatores de produção, há 1 agregado de impostos sobre a produção. O núcleo da base de dados do modelo consiste na matriz de insumo-produto de 2011 para Brasil. Trata-se de uma matriz estimada por Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015) a partir das Tabelas de Recursos e Usos da nova série do Sistema de Contas Nacionais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

Já na estrutura teórica do modelo BIM-RD, cada setor pode produzir mais de um produto, utilizando insumos intermediários domésticos e importados (X_1^{scj}) e fatores de produção ($V^j = L + K + T$). Por uma função de transformação $G(\cdot)$ de tecnologia de agregação CET

¹⁰ Cabe destacar que o ano base do modelo é 2011, cujo período representa uma referência para 2012. A solução requerida de 2012 representará uma solução inicial para 2013, e assim por diante. Portanto, existe uma série de soluções resolvidas sequencialmente que captura as características da estrutura econômica de 2011. Os resultados projetados para os demais anos são sensíveis aos dados calibrados no ano base do modelo. Nesse sentido, é importante que o ano base do modelo seja típico, bem-comportado ou não esteja sujeito às flutuações (e.g. choque de oferta, crise externa). O ano de 2011 se apresenta como um ano bem-comportado com certas ausências de flutuações para a economia brasileira.

¹¹ Os Apêndices A e B listam os produtos e setores do modelo BIM-RD.

(*Constant Elasticity of Transformation*), os setores multiprodutos transformam o seu composto (O^j) produzindo *commodities* que maximizam as suas receitas. Em (4), o nível de atividade setorial (Z^j) interliga o composto O^j com a demanda de insumos que minimiza os custos de produção, dada por uma função $H(\cdot)$ aninhada em dois níveis:

$$G(O^j) = Z^j = H(X_1^{scj}, V^j) \quad \because \quad H(\cdot) = \text{MIN}[CES_s(X_1^{scj}), CES_f(V^j)] \quad (4)$$

No primeiro nível, a demanda do valor adicionado, x_V^j , e o uso do composto de insumo intermediário c pelo (j)-ésimo setor, x_1^{cj} , são definidos por:

$$z^j = x_V^j = x_1^{cj} \quad \because \quad z^j = x_0^j \quad (5)$$

em que z^j é o (j)-ésimo nível de atividade setorial (mudança percentual); e x_0^j é a quantidade total de insumos na produção do setor. A equação (5) denota retornos constantes de escala por uma tecnologia Leontief de produção. Essa propriedade reflete que ambos compostos são invariantes às mudanças dos preços relativos e preserva as características intrínsecas da produção de cada bem.

No segundo nível, os j setores decidem sobre a demanda dos f ($= 3$) fatores de produção, x_V^{if} , e das s ($= 2$) origens de cada insumo c , x_1^{scj} , a partir de uma tecnologia CES (*Constant Elasticity of Substitution*):

$$x_V^{if} = z^j - \sigma_V^j (p_V^{if} - p_V^j) \quad (6)$$

$$x_1^{scj} = z^j - \sigma_1^c (p_1^{scj} - p_1^{cj}) \quad (7)$$

nos quais σ_V^j e σ_1^c são as elasticidades de substituição de Armington (1969) para cada composto; p_V^{if} é o preço do (f)-ésimo fator de produção; p_V^j é o preço do composto de fator de primário, i.e., $p_V^j = \sum_{f=1}^3 S_V^{if} p_V^{if}$, sendo S_V^{if} a participação do fator no valor adicionado; p_1^{scj} é o preço da (s)-ésima origem de um insumo; e p_1^{cj} é o preço do composto do insumo c , tal que $p_1^{cj} = \sum_{s=1}^2 S_1^{scj} p_1^{scj}$, em que S_1^{scj} é a participação de dispêndio total com c . Similarmente,

$x_1^{cj} = \sum_{s=1}^2 S_1^{scj} x_1^{scj}$ em (5). Ambas as equações, (6) e (7), consistem de um termo de escala (z^j) e um termo de substituição [$\sigma_1^c(\cdot)$]. Desse modo, mudanças no produto e/ou nos preços relativos levam às mudanças nas demandas dos fatores e insumos de produção.

Para $f = L$, (6) representa o emprego efetivo de trabalhadores pelo (j)-ésimo setor. Assim, o emprego corrente total na economia é dado por $l = \sum_{j=1}^{65} S_V^{jL} x_V^{jL}$ e do salário médio nominal é definido como $w = \sum_{j=1}^{65} S_V^{jL} x_V^{jL}$, que, quando deflacionado pela mudança percentual do índice de preço do consumidor (p_3), tem-se a taxa de salário real corrente, i.e., $v = w - p_3$. No mecanismo defasado do mercado de trabalho, quando o nível de emprego exceder em relação ao emprego tendencial ($l_t - l_{TEND}$), v_t aumentará no período t . Como existe uma relação negativa entre emprego e salário real no mercado de trabalho, o aumento de v_t ajustará o nível de emprego em períodos posteriores até convergir para o nível tendencial.

Já para $f = K$, (6) representa o estoque de capital usado por cada setor no final do período t , composto pelo estoque de capital depreciado [$(1 - D^j)K^j$] no início do ano t e do fluxo de investimento (Y^j) ao longo do ano t . Nesse mecanismo recursivo, a alocação dos investimentos produtivos depende da diferença entre a variação da taxa bruta de crescimento do capital ($g^j = y^j - k^j$) e a do seu crescimento tendencial (g_{TEND}^j), bem como entre a variação do retorno esperado e do normal ($e_t^j - r_{normal}^j = m_t^j$) para o próximo período (t):

$$g^j - g_{TEND}^j = [1 - G^j / G_{MAX}^j] \alpha^j m_t^j \quad (8)$$

sendo $G^j = Y^j / K^j = [K_t^j / K^j - 1] + D^j > 0$ a taxa bruta de crescimento do capital para o período t ; G_{max}^j é o limite exógeno de um valor máximo para G^j , como numa função logística; e α^j é um parâmetro de elasticidade do investimento. A variação das taxas esperadas de retorno (ΔE_t^j) no final do período (t) representa uma média da taxa esperada no início do período (E_0^j) e da taxa de retorno no final do período (R_t^j):

$$\Delta E^j = \beta (R_0^j + \Delta R^j - E_0^j) \quad (9)$$

em que $e_t^j = 100(\Delta E^j / E_0^j)$; $0 < \beta < 1$ é um parâmetro de convergência; $R_0^j = P_v^{jK} / P_2^j$, ou seja, é a razão entre a rentabilidade e o custo unitário do capital; $\Delta R^j = [R_0^j(p_v^{jK} - p_2^r)] / 100$, tal que p_2^r é o custo agregado do (r)-ésimo investidor produtivo para formar Y^r unidades de capital.

De forma similar aos produtores, os r investidores minimizam os custos combinando os c insumos para formar as unidades de capital. A partir de uma tecnologia Leontief, as demandas dos c insumos, x_2^{cr} , são proporcionais à variação da quantidade de capital criado, y^r , i.e., $y^r = x_2^{cr}$. Nenhum fator primário é usado diretamente como insumo na formação do capital. Tal uso é reconhecido via insumos nos setores de formação bruta de capital fixo. Todos os investidores produtivos enfrentam uma função CES na demanda entre insumos domésticos e importados, que são variantes à y^r e às alterações dos preços relativos, algo similar à (7).

Por seu turno, as h famílias representativas determinam uma composição ótima das suas “cestas” de consumo a partir de um sistema linear de gastos (LES), sujeito a uma restrição orçamentária. A LES divide o consumo total do composto do bem em duas partes: uma de subsistência (ou mínimo) e outra de luxo (ou supernumerário). A demanda (em mudança percentual) para o composto do (c)-ésimo bem da (h)-ésima família (x_{3T}^{hc}) é, então:

$$x_{3T}^{hc} = (1 - \alpha_3^{ch})h_n + \alpha_3^{ch}(x_{3LUX}^h - p_3^{ch}) \quad (10)$$

em que h_n é o número de famílias (exógeno); x_{3LUX}^h é total de gastos de luxo da família h ; p_3^{ch} é o preço do consumidor para o bem c . Em (10), x_{3T}^{hc} é uma função positiva de x_{3LUX}^h e negativa de p_3^{ch} , controlada pela participação de luxo, $\alpha_3^{ch} = \alpha_3^h \varepsilon^{ch}$, tal que α_3^h é o parâmetro de Frisch (FRISCH, 1959) e ε^{ch} é a elasticidade de gasto do bem c pela família h . Em cada composto c há também especificação CES entre as suas s origens:

$$x_3^{hsc} = x_{3T}^{hc} - \sigma_3^c (p_3^{hsc} - p_3^{hc}) \quad (11)$$

sendo σ_3^c a elasticidade de Armington (1969); p_3^{hsc} o preço da (s)-ésima origem do bem c ; p_3^{hc} o preço do composto c , tal que $p_3^{hc} = \sum_{s=1}^2 S_3^{hsc} p_3^{hsc}$, em que S_3^{hsc} é a participação de c no orçamento da família h ; e $x_{3T}^{hc} = \sum_{s=1}^2 S_3^{hsc} x_3^{hsc}$.

Já a demanda do governo e as variações de estoque não apresentam um comportamento de substituição. Por outro lado, na especificação do comércio externo, é adotada a hipótese de economia pequena no comércio internacional, de maneira que mudanças no comércio externo brasileiro não influenciam os preços internacionais. A demanda externa de cada bem c tradicional varia inversamente ao preço médio em moeda externa das exportações ($p_4^c - \Phi$) via uma curva de demanda com elasticidade constante (σ_{EX}^c):

$$x_4^c = -\sigma_{EX}^c (p_4^c - \Phi) \quad (12)$$

em que Φ a mudança percentual na taxa cambial (numerário do modelo).

Por fim, os elementos típicos de margens são relacionados ao comércio por atacado e varejo e diversos fretes de transporte, como rodoviários, ferroviários, aéreos, de cabotagem, de navegação interior e outros. Há uma função CES por compostos de pares de modais, entre o rodoviário e os demais modais. Logo, por exemplo, é possível analisar prováveis efeitos de variações de tarifas levando em conta os efeitos de concorrência entre os modais. As equações de demanda por k margens são proporcionais e associadas aos fluxos de bens utilizados pelos setores produtivos, investidores, famílias e exportações, genericamente definida como em:

$$x_{1MAR}^{scjk} = x_1^{scj} \quad (13)$$

em que x_{1MAR}^{scjk} corresponde à margem k sobre o fluxo do bem c de origem s produzido pelo setor. As equações, como (13), tratam o fluxo de mercadorias entre a fonte de produção até o destino dos usuários, porém os custos são pagos pelos compradores. Entretanto, se o produtor transporta o bem ou providencia o seu transporte sem custos adicionais para o comprador, estes custos serão incluídos no conceito de preço básico (IBGE, 2000).

4 ESTRUTURA DOS DADOS E CALIBRAGEM DO BIM-RD

A construção da base de dados é uma das fases mais importante na implementação de um modelo EGC. Na maioria das vezes, essa tarefa exige a coleta de uma grande quantidade de informações para o objetivo da pesquisa, seja em função da especificação teórica feita no modelo ou do grau de detalhamento que se deseja obter à análise. A seção anterior já apontou quais seriam algumas dessas informações. De um lado, existem aquelas comumente obtidas de uma matriz de insumo-produto, e, de outro, informações complementares. Na matriz de insumo-produto, deve-se ter os valores do consumo intermediário, dos componentes da demanda final, impostos sobre venda e produção, remuneração dos fatores de produção, margens, entre outros. Já em relação às demandas de informações complementares, é comum obtê-las em pesquisas bibliográficas ou por meio de estimativas, como, por exemplo, parâmetros comportamentais, estoque de capital, taxa de retorno, taxa de depreciação, entre outros. Estes últimos coeficientes procuram atender aos mecanismos de dinâmica recursiva, as quais permitem projetar resultados ao longo do tempo. Portanto, esta seção visa a estreitar a discussão sobre as características da base de dados e parâmetros utilizados no modelo.

4.1 Estimação da MIP2011

A solução inicial (\bar{V}) da equação (3) no modelo BIM-RD é composta por coeficientes e parâmetros calibrados a partir de informações da matriz de insumo-produto de 2011 para o Brasil. Cabe ressaltar que essa matriz foi estimada por Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015) a partir das Tabelas de Recursos e Usos da nova série do Sistema de Contas Nacionais (NSCN), disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os autores compilaram 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 pelos autores. 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, os autores optaram, 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 Tabelas de Recursos e Usos (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 por Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015) diferem, em certa medida, ao do Martinez (2015) e Guilhoto e Sesso-Filho (2005).

A seguir, são definidas as Tabelas de Recursos e Usos para posteriormente resumir os passos adotados por Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015). A Tabela de Recursos do IBGE (2015) descreve detalhadamente a oferta nacional da economia pelas tecnologias das atividades econômicas, separando-a do vetor de importação, impostos indiretos¹² e margens. Como 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:

$$\mathbf{q}_K = [q_i^k] \quad (14)$$

tal que $k \in \mathbf{K}$ e é um indexador do tipo de oferta, margem ou imposto.

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:

$$\mathbf{V}_{n \times m} = [v_{ij}] \quad (15)$$

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.

¹² Os impostos indiretos se dividem entre ICMS, IPI, de Importação e Outros impostos menos subsídios.

Diante da definição de \mathbf{V} , pode-se verificar que:

$$\sum_{j=1}^m v_{ij} = \sum_{k=1}^K q_i^k \quad (16)$$

O primeiro passo (a) adotado pelos autores foi 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. Martinez (2014a) sintetiza os procedimentos para a construção da tabela de usos da oferta nacional a preços básicos a partir das TRUs, divulgados nas notas técnicas da MIP 2005 (IBGE, 2008). 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:

$$\mathbf{A}_M = [a_{ij}^M] = \begin{cases} 0 & , \text{se } j = r \\ \frac{q_i^M}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m v_{ij}} (v_{ij}) & , \text{se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m a_{ij}^M = q_i^M \quad (17)$$

$$\mathbf{A}_T = [a_{ij}^T] = \begin{cases} 0 & , \text{se } j = r \\ \frac{q_i^T}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m v_{ij}} (v_{ij}) & , \text{se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m a_{ij}^T = q_i^T \quad (18)$$

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 seguintes usuários: “Consumo do Governo”, “Variação de Estoque” e “Instituições Sem Fins Lucrativos e Serviços das Famílias (ISFLSF)” e, para os impostos indiretos, além desses usuários, o de “Exportação de bens e serviços”.

O segundo passo (b) consistiu em deduzir os valores iniciais das tabelas auxiliares estimadas nas demandas a preços de mercado, alcançou-se os usos valorados a preços básicos mais impostos de importação ($\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}$):

$$\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM} = [x_{ij}^{\mathbf{B}+TM}] = \mathbf{V} - \mathbf{A}_M - \mathbf{A}_T \quad (19)$$

Por sua vez, o terceiro passo (c) foi 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). A estratégia adotada pelos autores 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. Assim, desenvolveu-se uma matriz de participação das demandas por importação para 2011:

$$S_{IM}^{(05)} = \frac{\mathbf{X}_{IM}^{(05)}}{\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM}^{(05)}} \quad \therefore S_{IM}^{(05)} \rightarrow S_{IM} = [s_{ij}^{IM}] \quad (20)$$

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 a preços básicos, $\mathbf{X}_{IM}^{(05)}$ é a matriz de demanda dos bens importados a preços 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 $[v_{.j}] \neq 0$, então $[s_{ij}^{IM}][x_{ij}^{\mathbf{B}+TM}] \neq 0$, 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 $\mathbf{X}_{\mathbf{B}+TM} = [x_{ij}^{\mathbf{B}+TM}]$. Matematicamente, teve-se a matriz de usos dos bens importados a preços básicos:

$$\mathbf{X}_{IM} = [x_{ij}^{IM}] = \left[\frac{(s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM})}{\sum_{j=1}^m (s_{ij}^{IM})(x_{ij}^{B+TM})} q_i^{IM} \right] \quad (21)$$

s.a.

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

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

A partir da estrutura da matriz \mathbf{X}_{IM} , o quarto passo 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:

$$\mathbf{X}_{TM} = [x_{ij}^{TM}] = \begin{cases} 0 & , \text{ se } j = r \\ \frac{q_i^{TM}}{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq r}}^m x_{ij}^{TM}} (x_{ij}^{TM}) & , \text{ se } j \neq r \end{cases} \quad \therefore \sum_{j=1}^m x_{ij}^{TM} = q_i^{TM} \quad (22)$$

Do mesmo modo que as matrizes auxiliares de ICMS e IPI, para os impostos de importação quatro (4) usuários foram desconsiderados no cálculo das proporções: “Consumo do Governo”, “Variação de Estoque” e “Instituições Sem Fins Lucrativos a Serviços das Famílias (ISFLSF)”, “Exportação de bens e serviços”.

Consequentemente, uma vez adquiridas as matrizes \mathbf{X}_{IM} e \mathbf{X}_{TM} , aplicou-se o quinto passo para estimar a matriz de usos dos produtos nacionais a preços domésticos:

$$\mathbf{X}_D = [x_{ij}^D] = \mathbf{X}_{B+TM} - \mathbf{X}_{IM} - \mathbf{X}_{TM} \quad (23)$$

Por fim, para dissolver as inconsistências, os autores aplicaram o algoritmo originalmente descrito em 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:

$$\mathbf{H} = [h_{ij}] = \mathbf{V} - \mathbf{X}_D - \mathbf{X}_{IM} - \mathbf{X}_{TM} \quad (24)$$

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:

$$\mathbf{X}_M + \mathbf{X}_T = \mathbf{H} \quad (25)$$

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:

a) Condição para cada elemento (i, j) da matriz:
$$\sum_{k \in \mathbf{K}} x_{ij}^k = h_{ij} \quad (26)$$

b) Condição dos totais por produto para cada vetor:
$$\sum_{j=1}^m x_{ij}^k = q_i^k \quad (27)$$

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:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij}^{MV} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MA} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MT} = \sum_{i=1}^n x_{ij}^{MQ} = 0 \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n \sum_{k \in \mathbf{M}} x_{ij}^k = 0 \quad (28)$$

Desse modo, o balanceamento nas colunas dessas matrizes pode, portanto, ser feito isoladamente. 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.

4.2 Tratamento de alguns dados

Na Tabela de Recursos original, o IBGE (2015) apresenta somente dois vetores de margens: 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 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, multiplicou-se a matriz *market-share* (128 x 68) pela matriz de margens (68 x 4). Assumiu-se que os custos pagos pelos setores aos serviços de comércio e transporte de carga apresentam a mesma distribuição das margens, pois ambas as estimativas são oriundas das estruturas estimadas de receita. 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. Além disso, 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. 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 (\mathbf{V}). O ajuste na matriz \mathbf{V} preservou a identidade:
$$\sum_{j=1}^m v_{ij} = \sum_{k=1}^K q_i^k .$$

Por fim, vale mencionar que as informações oficiais da NSCN do IBGE apresentaram valores negativos na composição do Valor Adicionado (VA) em dois setores econômicos, cujos registros precisaram ser tratados. O setor “5100 - Transporte aéreo” apresentou um pequeno Excedente Operacional Bruto (EOB) de - R\$ 24 milhões. Optou-se por aplicar a estrutura de 2010 do mesmo setor, mas não alterando o total do seu VA, a fim de se ter um EOB positivo, cujo requisito é necessário para a calibragem de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), que considera a EOB como valor do capital. Por seu turno, o setor “1991 - Refino de petróleo e coquerias” registrou um VA de - R\$ 10 bilhões, cujo valor foi influenciado pela retração de quase - R\$ 17 bilhões no Excedente Operacional Bruto e Rendimento Misto Bruto. Esse registro é atípico nas contas nacionais do IBGE, especialmente quando comparado com o padrão de composição no VA dos anos antecedentes. Portanto, para contornar esse problema, a solução foi dividir a proporção do custo total de insumos intermediários (92,8%) e do VA (7,2%) de acordo com ano de 2010. Não se calculou uma média das proporções considerando também os demais anos antecedentes porque neles esse setor não estava desagregado, que somente passou a ser divulgado a partir da nova série do SCN de 2010.

Perante o ajuste supracitado, a estrutura dos custos de insumos intermediários foi mantida conforme a divulgada em 2011, porém com uma redução dos valores em nível, cujo total reduziu de R\$ 263,7 para 210,6 bilhões. Os excedentes provocados pelas reduções nos valores de custos intermediários do setor foram agrupados aos valores não nulos dos componentes da demanda final. Esses acréscimos foram proporcionalmente distribuídos conforme as proporções dos componentes em relação ao total de demanda final do respectivo insumo.

4.3 Estrutura básica do modelo BIM-RD e calibragem dos principais coeficientes

A Figura 3 ilustra a estrutura básica do modelo em três partes: uma matriz de absorção (uso), uma matriz de produção (recurso) e um vetor de impostos de importação. Nas colunas da matriz de absorção, são identificados os seguintes agentes: produtores domésticos divididos em j setores (V1BAS); os investidores decompostos em i setores; uma família representativa (V3BAS); exportações divididas por destinos (V4BAS); uma categoria de demanda

correspondente ao governo (V5BAS) e às mudanças de estoques dos bens produzidos domesticamente (V6BAS). Na coluna de exportação aparecem somente as commodities produzidas domesticamente, desconsiderando, dessa maneira, uma eventual exportação direta de bens importados. De modo geral, o fluxo básico, $V1BAS$, ..., $V6BAS$, mostra o nível de demanda a preços básicos do setor j ou dos usuários finais por um bem c de origem doméstica ou importada (s).

A calibragem dos valores básicos (VBAS), domésticos e importados, consistiu respectivamente no uso dos valores das tabelas de oferta e demanda da produção nacional a preço básico e de produtos importados, ambos fornecidos pela MIP 2011 estimada. Cabe salientar que a distribuição por setor (i) do vetor de investimentos reproduz a estrutura setorial do Excedente Operacional Bruto da MIP 2011.

As matrizes de margens, $V1MAR$, ..., $V6MAR$, apresentam os valores de k commodities que produzem margens, as quais são requeridas para facilitar o fluxo dos bens de uma fonte de produção até o destino dos usuários. $V1MAR$ e $V2MAR$, por exemplo, são valores da margem k requeridos para facilitar o fluxo do bem c , da origem s até o setor i , com o propósito de atender à produção corrente e a formação de capital. Pressupõe-se que o governo não é demandante de margens. Neste modelo, existem duas categorias de margens: serviços de comércio e de transporte. Tal como acontece com as matrizes BAS, todos os fluxos nas matrizes MAR são valorizados a preço básico. Considera-se que não há distinção entre os preços recebidos pelos fornecedores de margens e os preços pagos pelos seus respectivos usuários. Os impostos incidentes sobre os serviços de margens são tratados como pagos pelos setores de margens no modelo, o que garante a igualdade entre o preço de custo e preço básico com respeito às *commodities* de margens. Para a calibragem desses coeficientes, utilizou-se das correspondentes tabelas auxiliares estimadas por Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015).

Já as matrizes de impostos indiretos, $V1TAX$, ..., $V6TAX$, por sua vez, são valoradas por tipo de impostos (IPI, ICMS e outros impostos, menos subsídios) para todos os usuários (exceto Governo e variação de estoque). Desta maneira, os impostos sobre mercadoria recaem sobre os compradores. De modo geral, as matrizes TAX representam os impostos indiretos t do fluxo do bem c , de origem s , sobre os respectivos usuários. Apesar de ser possível tratar a incidência dos impostos sobre o fluxo das exportações, para o caso brasileiro, tais exportações estão desoneradas por lei (artigo 153, IV e § 3º, III e artigo 155, II e § 2º, X, a). Assim sendo, neste modelo, a matriz $V4TAX$ apresenta valores nulos. A distribuição de tais impostos indiretos está descrita também em Betarelli Junior, Perobelli e Vale (2015).

valores foram deflacionados para o ano de 2011. Enquanto o setor agricultura (1) engloba os gastos de arrendamento da terra das atividades econômicas: produção de lavouras temporárias, horticultura e floricultura, lavouras permanentes, produção vegetal e produção florestal; o setor da pecuária compreende a pecuária, pesca e apicultura.

Por fim, na Figura 3 existem também as matrizes MAKE e V0TAR. V0TAR representa as receitas das tarifas de bens importados (imposto de importação). Estas tarifas são assumidas para serem cobradas em taxas que variam por *commodity* e não, por usuário. A matriz MAKE, por sua vez, mostra a produção de cada produto em cada setor. Como já mencionado, todavia, esta matriz classifica os setores e os produtos de maneira diferente. Existem setores de multiprodução e aqueles que produzem um bem único. As matrizes de absorção e de produção, juntas, satisfazem duas condições de equilíbrio. Primeiro, os totais de cada coluna da MAKE são valores da produção dos setores e idênticos ao valor do custo total dos respectivos setores (i.e., soma das linhas por setor de V1BAS, V1MAR, V1TAX, V1LAB_O, V1CAP, V1LND, V1OCT e V1PTX). Segundo, os totais de cada linha da MAKE, denotando os valores básicos de produção das commodities domésticas, são iguais aos valores básicos de demandas das respectivas commodities (i.e., soma das colunas de V1BAS e V2BAS, mais V3BAS, V4BAS, V5BAS e V6BAS). Portanto, que a produção doméstica é igual à demanda por produto doméstico.

Essa base de dados fornece a solução inicial (\bar{V}) para o sistema de equações (3) do modelo BIM-RD. Neste sistema, existe uma variável de preço e de quantidade correspondente para cada valor dos coeficientes ilustrados na Figura 3. Além da calibragem dos coeficientes, o modelo BIM-RD necessita de uma série de parâmetros comportamentais, definidos nas formas funcionais do sistema de equações linearizados. São estimativas similarmente aplicadas em Betarelli Junior (2013). Ou melhor, as elasticidades de Armington, referentes à substituição entre origens domésticas e importadas, fazem parte desse conjunto. São diferenciadas por produto, mas não por categoria de uso: intermediário, investimento e consumo de famílias. Os valores dessas elasticidades foram calibrados com base no trabalho de Tourinho *et al.*, (2007), informações mais recentes na literatura. Já a elasticidade de substituição entre os fatores primários e a elasticidade-preço das exportações dos bens tradicionais foram calibradas conforme as estimativas econométricas e adotadas no modelo SPARTA (DOMINGUES, 2002) e no *Modelo de Equilíbrio Geral Computável Multi-Regional*, TERM-CEDEPLAR (DOMINGUES *et al.*, 2007). Na demanda das famílias, por sua vez, o parâmetro de FRISCH

como -1,94, conforme as estimativas de Almeida (2011). Para a elasticidade de gastos na estrutura teórica das famílias, os valores utilizados são os das estimativas de Hoffman (2010).

4.3.1 Calibragem dos coeficientes para o mecanismo intertemporal

Basicamente o movimento do capital é resolvido recursivamente pela equação $K_t^j = (1 - D^j)K^j + Y^j$, a qual K_t^j é o estoque de capital físico em cada setor j no final do período t , D^j é taxa de depreciação e Y^j é o fluxo de investimento. Desta definição, pode-se mostrar que:

$$G^j = Y^j / K^j = \left[\left(K_t^j / K^j \right) - 1 \right] + D^j \quad (29)$$

$$\Delta K_t^j = Y^j - D^j K^j \quad (30)$$

em que G^j é a taxa bruta do crescimento do capital ou a razão entre o valor a preço de mercado do investimento e o estoque capital; e ΔK_t^j é a variação do estoque de capital no ano t . Substituindo a definição de $G^j K^j = Y^j$ da equação (29) em (30), alcança-se:

$$\dot{K}^j = G^j - D^j \quad (31)$$

em que \dot{K}^j é uma forma usual de representar $\frac{\Delta K_t^j}{K^j}$.

Portanto, em (31) a taxa de crescimento do capital em relação ao tempo (\dot{K}^j) representa a diferença entre G^j e D^j . No processo de calibragem dos coeficientes, assume-se inicialmente que \dot{K}^j acompanha um crescimento econômico de 2% a.a. no estado estacionário da economia brasileira. A partir desta definição, estabeleceu-se que a razão entre investimento e estoque de capital segue uma tendência (G_{TEND}^j) de 6% para os setores do modelo. O modelo BRIDGE (DOMINGUES *et al.*, 2010), por exemplo, calculou uma relação de 6,42%. Assim, como no ano base do modelo a taxa bruta do crescimento do capital (G^j) é igual a sua tendência (G_{TEND}^j), obtive-se os valores iniciais de G^j que flutuarão em relação G_{TEND}^j . Entretanto, essas

flutuações são restringidas por um teto, ou seja, $G^j = U^j G_{TEND}^j = G_{max}^j$. Para esse limite foi calibrado um U^j de 4 vezes maior que o valor tendencial. Cabe salientar que, de posse dos valores dos coeficientes G^j e Y^j , foi possível calcular os valores do estoque de capital físico de cada setor (K^j), conforme a fórmula $K^j = Y^j / G^j$. Se o estoque do capital adicionado (\dot{K}^j) cresce por hipótese 2% e se a razão entre investimento e capital é de 6%, então, pela equação (31), a taxa de depreciação (D^j)¹³ resultante foi em média 4% (BETARELLI JUNIOR, 2013).

Resumidamente, o modelo foi calibrado com um estado estacionário de 2%, sustentado por uma taxa de depreciação do capital na ordem de 4%. Ferreira *et al.* (2000) mostraram ser pouco relevante a escolha de uma taxa de depreciação entre 3% e 12%. Ferreira e Guillén (2004) e Clezar (2010), por exemplo, adotaram uma taxa de depreciação na ordem de 9% para o cômputo do estoque de capital por um método similar ao usado neste trabalho, ou seja, o método do estoque perpétuo. Por outro lado, Haddad e Domingues (2001), aplicando o modelo de equilíbrio geral EFES (*Economic Forecasting Equilibrium System*), usaram uma taxa implícita de 3,7%. Já Garcia (2003) atribuiu uma taxa de depreciação, suposta constante e igual a 5% ao ano, para todas as divisões e grupos de atividade que compõem a indústria e o comércio. Diante disso, a taxa de depreciação calculada endogenamente no modelo é próxima às observadas na literatura. De forma similar aos modelos da família MONASH, calibra-se a taxa normal de retorno do investimento (R_{normal}^j) com base na razão entre rentabilidade do capital (VICAP) e estoque do capital físico (K^j) de cada setor.

Com relação ao ajuste intertemporal do mercado de trabalho, os coeficientes foram calibrados de tal maneira que no estado estacionário não há divergência entre o nível de emprego atual e o tendencial. Assim, a razão entre o nível de emprego atual e o tendencial foi calibrada no período inicial como 1 (EMPRAT). De forma similar, para o ajuste intertemporal de entrada e saída das firmas no mercado, os coeficientes correspondentes apresentam valores iguais no ano base do modelo, pois admite-se que no estado estacionário da economia não haja discrepância entre o lucro econômico corrente ($PROFIT^c$) e o lucro econômico tendencial ($PROFIT_{TEND}^c$). Nesse sentido, foi calibrado o valor 1 para o coeficiente PROFAT que garante no ano base do modelo a igualdade entre $PROFIT^c$ e $PROFIT_{TEND}^c$.

Por fim, no módulo de dinâmica recursiva, existem três parâmetros importantes: elasticidade de investimento (α^j), elasticidade-salário de emprego (τ) e a elasticidade de

¹³ A taxa de depreciação é um parâmetro do modelo, invariante ao longo do tempo.

entrada e saída das firmas no mercado (η^c). Para a calibragem da elasticidade de investimento, utilizamos o mesmo valor de Haddad e Hewings (1997) e Perobelli (2004), que foi de 4,8. Desse modo, os valores desta elasticidade são indiferentes intersetorialmente. A calibragem da elasticidade-salário de emprego, por sua vez, baseou-se na estimativa de 0,66 do trabalho de Gonzaga e Corseuil (2001).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos técnicos divulgados ou aqueles publicados em Texto para Discussão nas próprias instituições de ensino e pesquisa geralmente apresentam os procedimentos utilizados na construção do núcleo de dados de um modelo de Equilíbrio Geral Computável de forma segmentada. O propósito desse trabalho técnico foi resumir esses procedimentos na fase de calibragem do modelo BIMT-RD, destacando algumas das estratégias e hipóteses adotadas. O documento também detalha a especificação teórica do modelo, o que contribuirá aos pesquisadores, mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal de Juiz de Fora e de outras instituições acadêmicas na consecução de futuros trabalhos e nas extensões a serem implementadas sobre o próprio modelo BIM-RD. O modelo estático LATES-BR (*Links And Transmissions on Exports of the agribusiness in Brazil*) (PEROBELLI *et al.*, 2015) é um bom exemplo de extensão, pois inova ao desagregar as exportações agrícolas e agroindustriais por seus principais destinos. Essa desagregação de 20 destinos do vetor de exportação ocorreu conforme os dados do sistema Aliceweb da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC).

Além disso, o modelo BIM-RD será a base ou *benchmark* para o desenvolvimento de um modelo inter-regional dinâmico-recursivo. O procedimento de regionalização está em fase de elaboração, cuja dimensão ou escala regional é flexível. Nesse procedimento, um modelo gravitacional é operacionalizado para estimar o fluxo de comércio entre as regiões de interesse em 2011. Nesse trabalho estão parte dos integrantes do grupo de pesquisa “Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES)” da própria faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora. Além da sinergia de conhecimento e transmissão de tecnologia, espera-se desenvolver um núcleo de modelagem em EGC de diversas escalas, elaborando matrizes inter-regionais de várias escalas e ampliando a capacidade de elaboração de trabalhos científicos no Programa de Pós-Graduação em Economia.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. D. *et al.* Forecasts for the Australian economy using the MONASH model. *International Journal of Forecasting*, v. 10, n. 4, p. 557–571, dez. 1994. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/a/eee/intfor/v10y1994i4p557-571.html>>.
- ARMINGTON, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *International Monetary Fund Staff Papers*, v. 16, n. 1, p. 159–178, 1969.
- ARROW, K. J.; DEBREU, G. Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, v. 22, n. 3, p. 265–290, jul. 1954.
- 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.
- BETARELLI JUNIOR, A. A.; PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A. *Estimação da matriz de Insumo-Produto de 2011 e análise do sistema produtivo brasileiro*. Texto para Discussão n. 001/2015. Juiz de Fora: Programa de Pós Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/poseconomia/files/2015/06/001-15.pdf>>.
- CLEZAR, R. V. *Poder de mercado, escala e a produtividade da indústria brasileira entre 1994 e 2007*. 2010. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2010.
- DIXON, P. B. *et al.* *ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1982.
- DIXON, P. B.; RIMMER, M. *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a practical guide and documentation of MONASH*. Amsterdam: Elsevier, 2002.
- DOMINGUES, E. P. *Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas*. 2002. 222 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/ USP), São Paulo, 2002.
- DOMINGUES, E. P. *et al.* Redução das desigualdades regionais no Brasil: os impactos de investimentos de transporte rodoviário. In: *Anais XXXV Encontro Nacional de Economia*. Recife, 2007.
- DOMINGUES, E. P. *et al.* *Repercussões setoriais e regionais da crise econômica de 2009 no Brasil: simulações em um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva*. Texto para discussão n. 390. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2010.

- FERREIRA, P. C.; GUILLÉN, O. T. C. Estrutura competitiva, produtividade industrial e liberalização comercial no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 4, n. 58, p. 507–532, 2004.
- FERREIRA, P. C.; ISSLER, J. V.; PESSOA, S. A. *On the nature of income inequality across nations*. . Rio de Janeiro: EPGE-FGV. , 2000
- FRISCH, R. A Complete Scheme for Computing All Direct and Cross Demand Elasticities in a Model with Many Sectors. *Econometrica*, v. 27, n. 2, p. 177–196, abr. 1959.
- GARCIA, F. *A evolução da produtividade total de fatores na economia brasileira: uma análise do período pós-real*. . São Paulo: EAESP/FGV/NPP - NÚCLEO DE PESQUISAS E PUBLICAÇÕES. , 2003
- GONZAGA, G.; CORSEUIL, C. H. Emprego industrial no Brasil: análise de curto e longo prazos. *Revista Brasileira de Economia*, v. 55, n. 4, p. 467–461, 2001.
- HADDAD, E. A. *Retornos Crescentes, Custos de Transporte e Crescimento Regional*. 2004. 207 f. Tese (Livre-Docência em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/ USP), São Paulo, 2004.
- HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. *The theoretical specification of B-MARIA*. . Urbana-Champaign: University of Illinois at Urbana-Champaign, Regional Economics Applications Laboratory. , 1997
- HASEGAWA, M. M. *Políticas públicas na economia brasileira: uma aplicação do modelo MIBRA, um modelo inter-regional aplicado de equilíbrio geral*. 2003. 258 f. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, 2003.
- HOFFMANN, R. Estimativas das elasticidades-renda de várias categorias de despesa e de consumo, especialmente alimentos, no Brasil, com base na POF de 2008-2009. *Economia Aplicada*, v. 57, n. 2, p. 49–57, 2010.
- HORRIDGE, M. *ORANI-G: a General Equilibrium Model of the Australian Economy*. , n° Working Paper Number OP-93. Melbourne: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Margem de Transporte e Comércio. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (Org.) . *Sistema de Contas Nacionais – Brasil: Referência 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. p. 8.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Matriz de Insumo-Produto Brasil: 2000/2005*. , n° Contas Nacionais número 23. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
- JOHANSEN, L. *A multisectoral model of economic growth*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1960.

- MAI, Y.; DIXON, P. B.; RIIMMER, M. *A Monash-Styled Dynamic CGE Model of China.*, n° Working Paper Number G-201. Melbourne: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2010.
- PEROBELLI, F. S. *Análise das Interações Econômicas entre os Estados Brasileiros.* 2004. 250 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/ USP), São Paulo, 2004.
- PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A.; BETARELLI JUNIOR, A. A.; CUNHA, R. G. Comércio Internacional e o Agronegócio no Brasil: um exercício de equilíbrio geral computável. In: *Anais do XIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Curitiba, 2015.
- SCARF, H. *The approximation of fixed points of a continuous mapping.* [S.l: s.n.], 1967. v. 15.
- TOURINHO, O. A. F.; KUME, H.; PEDROSO, A. C. S. Elasticidades de Armington para o Brasil: 1986–2002. *Revista Brasileira de Economia*, v. 61, n. 2, p. 245–267, 2007.