UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

CARLOS ALBERTO GONÇALVES JÚNIOR

**Estimando Sistemas Subnacionais e Globais de Insumo-Produto, o Método é
Importante? Comparando Aplicações para o Brasil e para o Mundo**

**Estimation of Subnational and Global Input-Output Systems, is the Method Important?
Comparing Applications for Brazil and the World**

São Paulo

2018

Prof. Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Eduardo Amaral Haddad
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Ariaster Baumgratz Chimeli
Coordenador do Programa de Pós-Graduação

CARLOS ALBERTO GONÇALVES JÚNIOR

**Estimando Sistemas Subnacionais e Globais de Insumo-Produto, o Método é
Importante? Comparando Aplicações para o Brasil e para o Mundo**

**Estimation of Subnational and Global Input-Output Systems, is the Method Important?
Comparing Applications for Brazil and the World**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
do Departamento de Economia da Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo, como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim José Martins Guilhoto

(Versão Corrigida)

São Paulo
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada por Rafael Mielli Rodrigues – CRB-8/7286
Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Gonçalves Júnior, Carlos Alberto

Estimando sistemas subnacionais e globais de insumo-produto, o método é importante ? comparando aplicações para o Brasil e para o mundo / Carlos Alberto Gonçalves Júnior. – São Paulo, 2018.
245 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2018.
Orientador: Joaquim José Martins Guilhoto.

1. Insumo-produto 2. Economia regional 3. Interdependência econômica I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 339.23

Ao meu querido avô João Cristino de Freitas que, mesmo em memória, continua sendo uma inspiração em minha busca por ser um bom professor.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas me apoiaram para alcançar este importante objetivo. A principal delas foi minha esposa Gelda, que sempre esteve ao meu lado e com todo seu amor cuidou de nossa família (nosso filho Leonardo) para que eu pudesse me dedicar com tranquilidade aos estudos. Agradeço muito aos meus pais que sempre me deram muito amor e incentivo desde o início de minha trajetória de estudos. Agradeço também aos meus irmãos, que sempre foram, além de irmãos, meus melhores amigos.

Agradeço imensamente ao meu orientador, professor Joaquim Guilhoto, primeiro, por ter me aceitado como orientando e, posteriormente, mesmo distante, por sua disponibilidade e competência em me orientar. Mas, acima de tudo, agradeço a ele por me mostrar, com sua gentileza e generosidade, como ser uma pessoa melhor.

Agradeço ao professor Eduardo Haddad pela disponibilidade e pelas conversas durante os cafezinhos, sempre bastante descontraídas, mas com orientações, dicas e sugestões inestimáveis.

Aos demais professores da FEA-USP, principalmente os do NEREUS, que participaram das avaliações de progresso da tese. Além disso, sempre estiveram disponíveis para me ajudar: professores Carlos Azzoni, André Chagas, Ariaster Chimeli. Agradeço também ao Pinho e a Leka pelo suporte essencial.

Agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, principalmente ao colegiado de economia, que tornou possível o meu afastamento, sem o qual não seria possível a conclusão do doutorado. Agradeço à CAPES e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro na reta final do curso.

Ao professor Geoffrey Hewings, ao professor Sandy Dall’erba, além do Vinícius Vale, pela forma generosa como me receberam na Universidade de Illinois durante meu período como Visiting Scholar.

Agradeço a todos os meus colegas do NEREUS e da turma de doutorado, principalmente ao Hugo, pela parceria e amizade, e ao Edvaldo e à Débora pelos fins de semana estudando juntos, sem perder a motivação.

RESUMO

GONÇALVES JR, Carlos Alberto. **Estimando Sistemas Subnacionais e Globais de Insumo-Produto, o Método é Importante? Comparando Aplicações para o Brasil e para o Mundo.** 2018. 245 p. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2018.

A maior integração econômica ocorrida nas últimas décadas, principalmente decorrente da fragmentação do processo produtivo, tornou indispensável a análise da região em um contexto territorialmente mais amplo. Consequentemente, os modelos inter-regionais de insumo-produto, capazes de incorporar à análise aspectos de interdependência regional, ganharam muita relevância. No entanto, a escassez de dados primários para a construção desses modelos impôs a necessidade da estimação de algumas informações que usualmente não estão disponíveis. Desta forma, decorrente das diferentes combinações das técnicas de estimação existentes, sistemas inter-regionais de insumo-produto, para um mesmo conjunto de regiões, em um mesmo ano, podem ser diferentes em termos partitivos e holísticos. Diante do exposto, a presente tese tem como objetivo avaliar como a escolha do método, na estimação dos sistemas inter-regionais, pode influenciar os resultados da análise de insumo-produto, em contextos nacionais e subnacionais. Para isso, inicialmente, são estimados dois sistemas interestaduais de insumo-produto para as 27 UFs brasileiras, utilizando dois dos principais métodos presentes na literatura nacional, o *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS e o Tabela de Usos e Produção Inter-regionais – TUPI. Em seguida, os dois sistemas são comparados. Mesmo apresentando diferenças partitivas significativas, os dois métodos aprestaram bastante acurácia holística, de maneira que a utilização do IIOAS ou o TUPI na estimação do sistema inter-regional para as 27 UFs brasileiras não compromete, de forma geral, os resultados da análise de insumo-produto. No entanto, para estudos específicos, que envolvam um determinado setor ou uma determinada região, principalmente se esta estiver no Norte do Brasil, é preciso que o analista esteja atento às possíveis variações observadas no presente estudo. Posteriormente, foram descritos e comparados dois dos principais sistemas globais de insumo-produto, o *Intercountry Input-Output Model* – ICIO – da OCDE e a *World Input-Output Table* - WIOT – da WIOD. Semelhante ao que ocorreu com os sistemas subnacionais, a baixa acurácia partitiva entre os valores estimados pelo ICIO e a WIOT não se converteu em baixa acurácia holística, isto é, não comprometeu os resultados da análise de insumo-produto para a grande maioria dos países. No entanto, quando se trata de uma análise específica para alguns países como Malta, Chipre, Lituânia e Luxemburgo, e/ou alguns setores, principalmente os de serviços, é preciso ter em conta alguns apontamentos feitos neste estudo. Ao considerarem-se os resultados para modelos globais e subnacionais de forma conjunta, conclui-se que uma política pública orientada por qualquer um dos sistemas aqui estimados não será comprometida. No entanto, esta pesquisa abordou apenas alguns dos principais métodos disponíveis para a construção de modelos inter-regionais de insumo-produto. Um possível desdobramento é a inclusão de outros métodos no processo de comparação, no intuito de corroborar ainda mais a literatura acerca da importância da escolha do método.

ABSTRACT

GONÇALVES JR, Carlos Alberto. **Estimation of Subnational and Global Input-Output Systems, is the Method Important? Comparing Applications for Brazil and the World.** 2018. 245 p. Thesis (PhD in Economics) – Faculty of Economics, Business and Accounting, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

The fragmentation of the productive process led to a greater economic integration in the last decades, making it indispensable to analyze the region in a wider territorial context. Consequently, the interregional input-output models have gained relevance due to their incorporating aspects of regional interdependence. However, the scarcity of survey data required for the construction of these models, compelled the use of non-survey techniques to estimate non-available information. Because of various possible combinations of non-survey techniques, interregional input-output systems for the same set of regions in the same year may be different in partitive and holistic terms. Thus, this thesis aims to evaluate how the choice among different interregional systems estimation methods can influence the results of input-output analysis in national and subnational approaches. Initially, two interstate input-output systems are estimated for the 27 Brazilian UFs, using two of the main methods in the Brazilian literature, the Interregional Input-Output Adjustment System (IIOAS) and the Supply and Use Interregional Tables (TUPI). When comparing these two systems, even with expressive differences in partitive terms, they presented a high holistic accuracy. Therefore, the use of IIOAS or TUPI to build an interregional system for the 27 Brazilian UFs does not compromise the results of the input-output analysis. Nonetheless, for specific studies that involve a specific sector or region, the analyst must be aware of the possible variations observed in this study, especially if they are in the North of Brazil. Subsequently, two of the most important global input-output systems, Intercountry Input-Output Model (ICIO) from OECD and the World Input-Output Table (WIOT) from WIOD were described and compared. Like IIOAS and TUPI, the low partitive accuracy between systems estimated from ICIO and WIOT did not turn into a low holistic accuracy, i.e., it did not compromise the results of the input-output analysis for most countries. However, when it comes to a specific analysis for some countries such as Malta, Cyprus, Lithuania and Luxembourg and/or some sectors, especially service sectors, it is necessary to consider some remarks pointed out in this study. Considering the results for global and subnational models, it is concluded that, in a general way, the use of any system here estimated would not compromise public policies. Nevertheless, this research addressed just some of the main available interregional input-output estimation methods. A possible future development of this study would be the inclusion of other methods in the comparison process, to further support the literature about the importance of the method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1:Relações Fundamentais de Insumo-Produto.....	26
Figura 2.2: Relações de Insumo-Produto em um Sistema Inter-regional.....	36
Figura 2.3:Origem e destino dos fluxos intrarregionais e inter-regionais	45
Figura 2.4:Matriz Multirregional do Tipo E	72
Figura 2.5: Matriz Origem-Destino estimada pelo método CHARM	74
Figura 2.6: Classificação dos sistemas insumo-produto regionais.....	92
Figura 3.1: Descrição do processo de construção do Sistema inter-regional para as 27 UFs brasileiras utilizando o TUPI.	98
Figura 3.2: Elementos da Matriz de Usos (produto x setor) a ser construída para cada Unidade da Federação	101
Figura 3.3: Elementos do Sistema Interestadual de Insumo-produto.....	123
Figura 3.4: Resumo das diferenças entre o TUPI e o IIOAS.	125
Figura 3.5: Diagramas de Dispersão entre os Valores O-D	139
Figura 3.6: Multiplicadores Médios de Produção para o TUPI e o IIOAS.	142
Figura 4.1: SUTs Nacionais	164
Figura 4.2: Estimativas das SUT nacionais, com base nas contas nacionais.	166
Figura 4.3: A matriz SUT mundial.....	173
Figura 4.4: A Matriz insumo produto Mundial WIOT.....	175
Figura 4.5: Resumo das variáveis coletadas pelas CN e/ou fontes alternativas	178
Figura 4.6: Classificação setorial do ICIO	180
Figura 4.7: Comércio bilateral de bens no ICIO, estatísticas de comércio de mercadoria e contas nacionais – Exemplo USA e México.	185
Figura 4.8: Resumo do processo de construção do ICIO e da WIOT	189
Figura 4.9: Multiplicadores Médios de Produção para o ICIO e a WIOT.	211

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Acurácia partitiva utilizando STPE e WAD para as 27 UFs brasileiras	134
Tabela 3.2: Acurácia partitiva utilizando STPE e WAD para as os 68 setores	136
Tabela 3.3: Correlação entre os fluxos inter-regionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS para os setores agregados	138
Tabela 3.4: Correlação entre as Participações O-D: Dados Estimados pelo TUPI e pelo IIOAS <i>versus</i> Dados Divulgados pelo CONFAZ	141
Tabela 3.5: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo IIOAS e pelo TUPI para as UFs brasileiras	143
Tabela 3.6: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS para as UFs brasileiras.....	144
Tabela 3.7: Diferenças na Decomposição do Valor Adicionado Regional baseado na Origem da Demanda Final (TUPI – IIOAS)	146
Tabela 3.8: Estatísticas das Diferenças na Decomposição do Valor Adicional Regional baseado na Origem da Demanda Final TUPI - IIOAS	147
Tabela 3.9: Diferença percentual média regional, ponderada pela participação que o VBP do setor na UF tem no VBP total da UF	149
Tabela 3.10: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do TUPI e do IIOAS	150
Tabela 3.11: Diferença percentual média setorial, ponderada pela participação que VBP do setor na UF tem no VBP do setor nacional.....	151
Tabela 4.1: Agregação dos setores da WIOT	192
Tabela 4.2: Agregação dos setores do ICIO	193
Tabela 4.3: Setores resultantes agregados e classificação ISIC	194
Tabela 4.4: Agregação das regiões do ICIO e da WIOT.....	195
Tabela 4.5: STPE calculado para os coeficientes intrarregionais do ICIO e da WIOT nos anos de 1995 e 2011	200
Tabela 4.6: STPE calculado para os coeficientes inter-regionais do ICIO e da WIOT nos anos de 1995 e 2011	201
Tabela 4.7: Diferença Absoluta Ponderada – WAD – para os anos de 1995 e 2011	203
Tabela 4.8: STPE calculado para os setores com base na WIOT e no ICIO para os anos de 1995 e 2011	206
Tabela 4.9: WAD calculado para os setores nos anos de 1995 e 2011	207
Tabela 4.10: Coeficientes de Correlação entre os fluxos inter-regionais estimados pelo ICIO e pela WIOT para os anos de 1995 e 2011	209
Tabela 4.11: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo ICIO e pela WIOT (ICIO - WIOT) para o ano de 1995	212
Tabela 4.12: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo ICIO e pela WIOT (ICIO - WIOT) para o ano de 2011	214
Tabela 4.13: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo ICIO e pela WIOT para o ano de 1995	216
Tabela 4.14: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo ICIO e pela WIOT para o ano de 2011	217
Tabela 4.15: Estatísticas das Diferenças na Decomposição da Produção Regional baseada na Origem da Demanda Final ICIO – WIOT	219
Tabela 4.16: Estatísticas das Diferenças na Decomposição do Valor Adicionado Regional baseada na Origem da Demanda Final ICIO – WIOT.....	221

Tabela 4.17: Diferença percentual média regional, ponderada pela participação que o VPB do setor no país tem no VBP total do país nos anos de 1995 e 2011	223
Tabela 4.18: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do ICIO e da WIOT para o ano de 1995.....	224
Tabela 4.19: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do ICIO e da WIOT para o ano de 2011.....	225
Tabela 4.20: Diferença percentual média setorial, ponderada pela participação que o VBP do setor no país tem no VBP do setor em todo o sistema nos anos de 1995 e 2011	226

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AliceWeb: Análise das Informações de Comércio Exterior.
ANP: Agência Nacional de Petróleo.
BEC: *Broad Economic Categories*.
BoP: Manual de Balanço de Pagamentos.
CEB: *Centro de Estudos Bonaerenses*.
CHARM: *Cross-hauling Adjusted Regionalization Method*.
CIF: *Cost, Insurance and Freight included*.
COICOP: *Classification of Individual Consumption by Purpose*.
COMTRADE: *International Trade Statistics Database*.
CONFAZ: Conselho Nacional de Política Fazendária.
CPA: Classificação Internacional de Produtos por Atividade.
DANE: *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*.
DNPM: Departamento Nacional de Produção Mineral.
EBTSI: *Estimated Bilateral Trade in Services by Industry*.
EOB: Excedente Operacional Bruto.
FBCF: Formação Bruta de Capital Fixo.
FMI: Fundo Monetário Internacional.
FOB: *Free on Board*.
GATS: Acordo Geral para Comercialização de Serviços.
GMRIO: *Modelo Global Multirregional de Insumo-Produto*.
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IBGE-PAC: Pesquisa Anual do Comércio.
IBGE-PEVS: Pesquisa de Extração Vegetal e Silvicultura.
ICIO: *Intercountry Input-Output Model*.
ICMS: Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação.
IEA: *International Energy Agency*.
IIL: Impostos Indiretos Líquidos.
IIOAS: *Interregional Input-Output Adjustment System*.
INDEC: *Instituto Nacional de Estadísticas e Censos*.
IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
IPI: Imposto Sobre Produtos Industrializados.
IRIO: Modelo Inter-regional de Insumo-Produto.
ISFL: Instituições Sem Fins Lucrativos.
ISIC: *International Standard Industrial Classification*.
ITCS: *International Trade by Commodity Statistics*.
MRIO: Modelos Multirregionais de Insumo Produto.
NACE: Nomenclatura Geral de Atividade Econômica.
OCDE: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
PAM: Pesquisa Agrícola Municipal.
PAS: Pesquisa Anual de Serviços.
PIA: Pesquisa Anual da Indústria.
PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.
POF: Pesquisa de Orçamento Familiar.
PPM: Pesquisa Pecuária Municipal.
SDA: Análise de Decomposição Estrutural.
SNA: Sistema de Contas Nacionais.

STPE: *Standardized Total Percentage Error*.

SUT: *Supply and Use Table*.

TEM-RAIS: Relação Anual de Informações Sociais.

TUPI: Tabela de Usos de Produção Inter-regionais.

UF: Unidade da Federação.

WAD: *Weighted Absolute Difference*.

WIOD: *World Input-Output Database*.

WIOT: *World Input-Output Table*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. ANÁLISE INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO	19
2.1. A Teoria Básica dos Modelos de Insumo-Produto.....	25
2.2. Análise insumo-produto regional.....	31
2.3. Método com informação censitária: o modelo de Isard	35
2.4. Modelos com informação censitária limitada	41
2.4.1. O <i>Balanced Regional Model</i>	41
2.4.2. O modelo de Chenery-Moses	45
2.4.3. O modelo Leontief e Strout	48
2.5. Técnicas não censitárias de regionalização das matrizes insumo-produto.....	52
2.5.1. Quocientes Locacionais.....	53
2.5.2. A técnica RAS e suas Variações CRAS e GRAS.....	58
2.6. Estimação de fluxos inter-regionais	64
2.6.1. Modelos gravitacionais	64
2.6.2. A estimação de fluxos inter-regionais utilizando QLs	66
2.7. Algumas experiências atuais	68
2.8. Modelos internacionais de insumo-produto (estimação de matrizes globais).....	80
2.9. Métodos de Comparação de Matrizes de Insumo-Produto.....	85
2.10. As Abordagens <i>Bottom-up</i> e <i>Top-down</i> na Construção de Matrizes Regionais de Insumo-Produto	89
2.11. Resumo do Capítulo	92
3. A INFLUÊNCIA DO MÉTODO EM MODELOS SUBNACIONAIS	95
3.1. Descrição dos Modelos TUPI e IIOAS	96
3.2. O Método de Construção das Tabelas de Usos e Produção Inter-regionais – TUPI.....	97
3.2.1. As Matrizes de Produção para as UFs.....	99
3.2.2. As Matrizes de Usos para as 27 UFs.....	100
3.3. <i>Interregional Input-Output Adjustment System</i> – IIOAS	111
3.3.1. Base de Dados	111
3.3.2. Estimação das Matrizes de Comércio Interestaduais	112
3.3.3. Processo de Regionalização	117
3.4. Descrição das técnicas de comparação utilizadas	126
3.4.1. Acurácia Partitiva.....	127

3.4.2.	Acurácia Holística	128
3.5.	Comparação entre os sistemas estimados pelo TUPI e pelo IIOAS	132
3.6.	Considerações finais	153
ANEXO I: Lista de setores e produtos		156
ANEXO II: Correspondência entre os Setores da Matriz de Insumo-produto e do CONFAZ.....		158
4.	A INFLUÊNCIA DO MÉTODO EM MODELOS INTERNACIONAIS.....	159
4.1.	Descrição do processo de construção dos sistemas utilizados.....	161
4.1.1.	Sistema internacional da <i>World Input-Output Database</i> – WIOD	161
4.1.2.	Sistema internacional da OCDE – <i>Intercountry input-output</i> – ICIO	176
4.2.	Compatibilização entre o ICIO e a WIOT	190
4.3.	Comparação partitiva e holística entre o ICIO e a WIOT.	197
4.4.	Resultados da comparação entre o ICIO e a WIOT.	198
4.5.	Considerações finais	227
5.	CONCLUSÃO.....	231
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a recorrente redução nos custos de comunicação e de transporte teve como efeito a maior integração do processo produtivo, tanto entre países quanto entre regiões subnacionais. Nesse cenário, políticas econômicas alheias a esse processo de integração podem não apresentar resultados satisfatórios, no que tange à promoção do desenvolvimento regional, seja no nível nacional ou subnacional (YAMANO, 2017).

A utilização de modelos econômicos em uma abordagem multirregional complementa a abordagem tradicional, baseada em apenas uma região, ao considerar as relações inter-regionais de dependência de insumo e produto e seus consequentes transbordamentos, que resultam em impactos econômicos e ambientais.

Diante do exposto, os sistemas inter-regionais de insumo-produto são poderosas ferramentas que auxiliam os gestores públicos na alocação de recursos escassos, no intuito de promover o desenvolvimento regional (ISARD, 1998). Muito se avançou desde os modelos de Isard (1951) e Leontief et al. (1953) na construção de sistemas inter-regionais de insumo-produto. Porém, desde o início, a escassez de dados, bem como o alto custo para obtê-los através da coleta primária, principalmente no que tange aos fluxos de comércio inter-regionais, têm sido alguns dos principais obstáculos na construção de sistemas inter-regionais.

Para Round (1983), os problemas de disponibilidade de informações primárias acerca da origem e do destino dos fluxos de comércio, bem como se esses fluxos são para demanda final ou intermediária, fizeram com que as chamadas técnicas não censitárias de estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto ganhassem popularidade entre os pesquisadores da área.

A restrição a um conjunto completo de informações primárias, necessárias à estimação dos sistemas inter-regionais de insumo-produto, é patente, principalmente no que se refere aos modelos subnacionais. No entanto, as informações primárias não estão totalmente ausentes. As regiões usualmente apresentam algumas bases de dados primários, que podem ser combinadas aos métodos não censitários, na construção de sistemas inter-regionais de insumo-produto.

Nestes termos, os sistemas inter-regionais de insumo-produto são, de forma geral, estimados combinando as informações primárias existentes com informações estimadas a partir de métodos não censitários. Portanto, a diferença na disponibilidade de informações primárias e na combinação das técnicas não censitárias utilizadas para a estimação das informações indisponíveis fazem com que dois sistemas inter-regionais de insumo-produto, estimados para um mesmo conjunto de regiões, possam apresentar resultados diferentes.

Autores como Tobben e Kronenberg (2015), Zhang, Shi e Zhao (2015), Haddad et al. (2016), Guilhoto et al. (2017), Ichihara (2008), Guilhoto e Ichihara (2008) e Haddad et al. (2002) estimaram sistemas inter-regionais de insumo-produto para diferentes países, de diferentes formas. No entanto, a bibliografia que trata de como a escolha do método de estimação do sistema inter-regional influencia os resultados da análise insumo-produto ainda permanece bastante incipiente, principalmente no Brasil.

Identificar a influência que o método utilizado na estimação dos sistemas inter-regionais de insumo-produto exerce nos resultados obtidos a partir da referida análise torna-se essencial. Resultados altamente discrepantes poderiam comprometer a utilização de matrizes insumo-produto inter-regionais na orientação de políticas.

No que tange aos sistemas internacionais de insumo-produto, a disponibilidade de informações para a construção da matriz inter-regional é diferente do caso dos sistemas subnacionais. Para grande parte dos países, o fluxo de comércio internacional é registrado nas estatísticas de importação e exportação de produtos e está disponível em bases de dados como o *International Trade Statistics Database – COMTRADE* das Nações Unidas. Já as estatísticas de comércio entre estados de um mesmo país são raras, no caso do Brasil, inexistentes.

No entanto, outros problemas são pertinentes à estimação dos sistemas internacionais de insumo-produto. A disponibilidade de informações acerca do comércio entre os países em bases de dados internacionais, muitas vezes, não tem o nível de detalhamento necessário, principalmente no que diz respeito aos fluxos de serviços.

Além disso, outras adversidades surgem, como o fato dos valores registrados no país A, referentes à importação do país A de produtos do país B, serem diferentes dos valores registrados no B para produtos exportados ao país A. Esses problemas são chamados de diferenças na “estatística espelho”, provenientes: (i) do fato das importações estarem em valores CIF – *Cost, Insurance and Freight included* e das exportações em estarem valores FOB – *Free on Board*; (ii) problemas de reimportação e reexportação, em que existem países que funcionam como entrepostos de outros países para o comércio internacional.

Outra limitação na construção de sistemas internacionais é a dependência de informações oficiais disponibilizadas por cada país (principalmente tabelas de usos e produção), que no caso de países em desenvolvimento levam em torno de 3 a 4 anos para serem publicadas. Isso gera dificuldade na conciliação de todas as matrizes nacionais, publicadas em anos distintos, no mesmo sistema inter-regional para um referido ano. Além disso, as informações contidas nas matrizes de usos e de produção e outros elementos das contas nacionais muitas vezes não são coerentes. (YAMANO, 2017).

As diferenças na disponibilidade de informações geram outra importante distinção metodológica entre a construção de sistemas globais de insumo-produto *vis-a-vis* os modelos subnacionais. Os modelos globais são construídos predominantemente de forma *bottom-up*, isto é, não existe uma matriz de insumo-produto que represente a economia mundial e possa ser utilizada como referência. Dessa forma, uma matriz mundial de insumo-produto é construída a partir da agregação das matrizes nacionais.

Nos sistemas subnacionais, a construção é feita utilizando-se majoritariamente o método *top-down*, em que se parte de uma matriz nacional para a desagregação das matrizes subnacionais. Existem vantagens e desvantagens, na utilização de cada método, que serão tratadas oportunamente nas seções subsequentes.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo geral analisar como a escolha entre alguns dos principais métodos não censitários de estimação de modelos inter-regionais, no contexto subnacional e internacional, influencia os resultados obtidos a partir dos sistemas inter-regionais de insumo-produto estimados.

Não é objetivo desta pesquisa discutir os vários conceitos de “Método” em um contexto científico. De forma geral, “Método” é uma palavra que provém do termo grego *methodos* (“caminho” ou “via”) e que se refere ao meio utilizado para se chegar a um fim.

Para os propósitos da presente pesquisa, considera-se “Método” como o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo (LAKATOS & MARCONI, 2011). Além disso, para Kaplan (1969), o método deve permitir a compreensão do caminho seguido no processo de investigação, o que torna possível a outros cientistas retrazar os procedimentos daquele que alcança um resultado válido.

Para atingir o objetivo proposto, a presente pesquisa, afora esta introdução, está dividida em quatro capítulos. No capítulo dois, é realizada uma revisão da bibliografia acerca dos principais procedimentos técnicos utilizados na análise insumo-produto. Inicialmente, é feita uma abordagem detalhada da teoria básica dos modelos de insumo-produto nacional e regional, além dos principais métodos não censitários ou parcialmente censitários. Posteriormente, são apresentadas algumas contribuições atuais relevantes para esta pesquisa, bem como os principais sistemas globais de insumo-produto disponíveis. Em seguida, são tratadas as técnicas *top-down* e *bottom-up* utilizadas na construção de sistemas inter-regionais de insumo-produto. Finalmente, são expostos alguns métodos de comparação entre matrizes de insumo-produto disponíveis na literatura.

No capítulo três, são estimados dois sistemas interestaduais de insumo-produto para as 27 Unidades da Federação – UFs – brasileiras, para o ano de 2011. Utilizam-se dois dos

principais métodos¹ presentes na literatura nacional: o método *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS apresentado por Haddad, Gonçalves Jr. e Nascimento (2017) e o Tabela de Usos de Produção Inter-regionais – TUPI apresentado por Guilhoto et al. (2017). Em seguida, os dois sistemas interestaduais estimados são comparados.

Essa comparação será feita utilizando-se uma abordagem partitiva, em que cada célula é analisada individualmente, e uma abordagem holística, enfatizando os elementos básicos da análise insumo produto como: multiplicadores de produção, decomposição da produção e do valor adicionado, por origem da demanda final, e Análise de Decomposição Estrutural – SDA.

Comparando os dois sistemas estimados, é possível dizer o quanto estão próximos um do outro, ou seja, se os diferentes métodos de estimação convergem para resultados semelhantes, o qual é o objetivo principal do trabalho. No entanto, não é possível dizer qual deles está mais próximo da realidade brasileira, por isso, também será feita uma verificação da consonância desses sistemas aos dados do Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ que, baseado na arrecadação do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS, divulga o fluxo comercial entre os estados brasileiros para 16 setores da economia.

No capítulo quatro, com o intuito de identificar como a escolha do método de estimação dos sistemas globais pode influenciar os resultados da análise insumo-produto, será feita a descrição e a posterior comparação, partitiva e holística (nos mesmos termos do Capítulo Três), entre dois dos principais sistemas internacionais de insumo produto, o *Intercountry Input-Output Model* – ICIO da OCDE e a *World Input-Output Table* – WIOT da WIOD.

A comparação entre sistemas multirregionais globais de insumo-produto já é objeto de várias pesquisas internacionais. Trabalhos como os de Owen et al. (2014); Steen-Olsen et al. (2014) e Moran e Wood (2014) compararam diversos sistemas internacionais de insumo-produto, estimados por diferentes agências internacionais. No entanto, a comparação entre o ICIO e a WIOT, na forma aqui proposta, não é objeto de nenhum dos trabalhos anteriormente mencionados.

Serão comparados os sistemas internacionais estimados pela WIOT e pelo ICIO para os anos de 1995 e 2011, principalmente por serem os anos extremos das séries disponíveis, tanto para o ICIO quanto para a WIOT. Dessa forma, podem-se captar alguns aspectos referentes à

¹ Outros autores, como Guilhoto et al. (2010); Porse, Haddad e Pontual (2003); Domingues e Haddad (2002), também estimaram sistemas inter-regionais para algumas regiões brasileiras. No entanto, os referidos sistemas estimados não contemplaram as 27 UFs.

evolução da qualidade das informações durante todo o período em que os dados são disponibilizados.

No capítulo cinco, são feitas as conclusões finais, abordando de forma conjunta os quatro capítulos anteriormente mencionados. Também são apontados alguns desdobramentos e feitas sugestões de melhoria, que podem contribuir para a redução nas diferenças entre os sistemas estimados.

2. ANÁLISE INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO

Este capítulo tem como objetivo descrever detalhadamente os principais procedimentos técnicos utilizados na análise insumo-produto. Inicialmente, será abordada a teoria básica para modelos nacionais e regionais, em seguida, serão descritas as principais técnicas não censitárias utilizadas na construção de sistemas inter-regionais. Posteriormente, serão apresentadas algumas contribuições atuais relevantes para esta pesquisa, bem como os principais sistemas internacionais de insumo-produto. Finalmente, serão apresentadas as abordagens *top-down* e *bottom-up* para a construção de sistemas inter-regionais, e também principais técnicas comparação de matrizes de insumo-produto.

2.1. A Teoria Básica dos Modelos de Insumo-Produto

Análise insumo-produto é o nome dado a um quadro analítico desenvolvido por Wassily Leontief no final dos anos 1930 em que o propósito fundamental é o de analisar a interdependência dos setores em uma economia. Atualmente, os conceitos estabelecidos por Leontief são componentes-chave de muitos tipos de análise econômica e a análise insumo-produto é um dos métodos mais aplicados em economia (MILLER e BLAIR, 2009).

O funcionamento básico da análise insumo-produto consiste em um grupo de setores produtores de mercadorias (produtos) que consome mercadorias de outros setores (insumos) ao longo do processo de produção, num dado período e para uma região geográfica específica (nação, estado ou região). Dessa forma, a análise insumo-produto reflete uma forma operacional da teoria clássica de interdependência geral, que vê a economia inteira de uma região, de um país ou do mundo como um só sistema (LEONTIEF, 1986).

A principal vantagem da análise insumo-produto reside basicamente no fato de que é um sistema operacional de equilíbrio geral que permite a identificação e, com a consideração de algumas hipóteses, a mensuração da interdependência da estrutura econômica (RICHARDSON, 1978).

Conforme mostra a Figura 2.1, cada linha da matriz Z indica o fluxo intersetorial, ou seja, o consumo intermediário de bens e serviços de cada setor. A matriz Y registra o consumo final, dividido em consumo das famílias, consumo governamental, exportações, formação bruta de capital fixo e variação de estoques. As linhas abaixo das matrizes Z e Y registram as despesas com importações, impostos indiretos líquidos e o valor adicionado (remuneração aos serviços dos fatores de produção). Os totais das colunas e das linhas da matriz (vetor X e X^T) registram a produção total de cada setor e devem ser iguais, indicando o equilíbrio da economia no qual as despesas de cada setor são iguais às suas respectivas receitas.

Figura 2.1: Relações Fundamentais de Insumo-produto

		SETORES DE DESTINO	
SETORES DE ORIGEM	CONSUMO INTERMEDIÁRIO (MATRIZ Z)	DEMANDA FINAL (Y)	PRODUÇÃO TOTAL (X)
	IMPORTAÇÃO (I)		
	IMPOSTOS INDIRETOS LÍQUIDOS (IIL)		
	VALOR ADICIONADO (W)		
	PRODUÇÃO TOTAL (X^T)		

Fonte: adaptado de Guilhoto (2011).

De acordo com Haddad et al. (1989), as principais hipóteses para operacionalização do método de insumo-produto são: (i) equilíbrio econômico a um dado nível de preços; (ii) inexistência de ilusão monetária por parte dos agentes econômicos; (iii) retornos constantes à escala; (iv) preços constantes.

Nesse contexto, a economia é dividida em n setores, sendo X_i o valor bruto da produção do setor i , Y_i a parcela da produção do setor i que se destina à demanda final e Z_{ij} a parcela da produção do setor i que se destina ao setor j . Tem-se o seguinte sistema de equações lineares:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= Z_{11} + Z_{12} + \dots + Z_{1n} + Y_1 \\
 X_2 &= Z_{21} + Z_{22} + \dots + Z_{2n} + Y_2 \\
 &\vdots \\
 X_i &= Z_{i1} + Z_{i2} + \dots + Z_{in} + Y_i \\
 &\vdots \\
 X_n &= Z_{n1} + Z_{n2} + \dots + Z_{nn} + Y_n
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

A partir do referido sistema de equações, deriva-se a matriz de coeficientes técnicos A , onde obtém cada elemento a_{ij} dividindo-se a parcela de insumo absorvida por cada setor j pelo total da produção do setor j .

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{X_j} \tag{2.2}$$

Se, por exemplo, o setor 1 opera a um nível de produção exatamente necessário para satisfazer as necessidades de insumos dos n setores, bem como a demanda final, seu nível de produção precisa satisfazer a seguinte equação:

$$X_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \quad (2.3)$$

Rearranjando a equação, tem-se:

$$(1 - a_{11})X_1 - a_{12}X_2 - \dots - a_{1n}X_n = Y_1 \quad (2.4)$$

Analogamente, pode-se estimar a mesma equação para todos os setores, o que permite derivar as equações na forma matricial:

$$(I - A)X = Y \quad (2.5)$$

Pré-multiplicando os dois lados da equação por $(I - A)^{-1}$, tem-se:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (2.6)$$

Em que $(I - A)^{-1}$ é chamada de matriz inversa de Leontief ou matriz tecnológica e X é a quantidade de produção necessária para atender a demanda intermediária dos n setores e a demanda final Y .

Para Haddad (1989), cada elemento da matriz inversa de Leontief representa a quantidade de insumos diretos e indiretos do setor i necessários à produção do setor j , por unidade monetária de demanda final.

Segundo Guilhoto (2011), a partir do modelo básico de Leontief, definido anteriormente, pode-se mensurar o impacto que as mudanças ocorridas na demanda final, ΔY , teriam sobre a produção total, ΔX , conforme a Equação 2.7:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y \quad (2.7)$$

Para obter-se o impacto sobre o volume total da produção, somam-se todos os elementos do vetor X . Além do impacto na produção total, pode-se mensurar o impacto que mudanças na demanda final teriam sobre variáveis como emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado e outras. De acordo com a Equação 2.8, esse impacto pode ser mensurado:

$$\Delta V = \hat{v} \Delta X \quad (2.8)$$

Em que ΔV é um vetor ($nx1$) que representa o impacto sobre qualquer uma das variáveis anteriormente tratadas, e $\hat{v}$ é uma matriz diagonal (nxn) em que os elementos da diagonal são os coeficientes de emprego, importações, salários, valor adicionado, entre outros,

que são obtidos dividindo-se o valor utilizado dessas variáveis na produção total pela produção total para cada setor:

$$v_i = \frac{V_i}{X_i} \quad (2.9)$$

Utilizando o emprego como exemplo das variáveis anteriormente mencionadas, pode-se estimar o coeficiente de emprego:

$$CPO = PO \cdot \hat{X}^{-1} \quad (2.10)$$

Em que PO é o pessoal ocupado e X é a produção total.

Para Guilhoto (2011), a partir do coeficiente de emprego CPO, pode-se estimar o gerador de emprego, ou seja, o emprego necessário em todos os setores da economia para atender ao aumento de uma unidade monetária na demanda final de um referido setor:

$$GV_i = \sum_{i=1}^n b_{ij} CPO_i \quad (2.11)$$

Em que:

GV_i é o impacto direto e indireto sobre o emprego;

b_{ij} é o ij -ésimo elemento da matriz inversa de Leontief;

e CPO_i é o coeficiente direto do emprego.

Segundo Miller e Blair (2009), o multiplicador direto e indireto (também conhecido como multiplicador do Tipo 1) para a renda, o emprego, os impostos e o valor adicionado pode ser calculado dividindo-se o gerador definido na Equação 2.11 pelo coeficiente direto da variável em questão. Utilizando-se novamente o emprego como exemplo, o multiplicador pode ser estimado pela Equação 2.12:

$$MV_i = \frac{GV_i}{CPO_i} \quad (2.12)$$

O multiplicador de emprego é a quantidade de emprego gerado em toda a economia para cada emprego direto gerado em referido setor.

Ainda de acordo com Miller e Blair (2009), quando se considera a matriz de coeficientes técnicos fechada com respeito ao consumo das famílias² $\bar{A}$, obtém-se uma inversa de Leontief diferente:

$$\bar{L} = (I - \bar{A}) \quad (2.13)$$

De forma geral, obtém-se um valor maior para os multiplicadores que consideram o efeito induzido, pois se captura o efeito da geração de renda das famílias através das

² Isto é, quando se inclui a coluna referente ao consumo das famílias e a linha referente à renda das famílias na matriz de coeficientes técnicos, tornando esses elementos um setor endógeno da economia.

remunerações pagas a elas, associado aos gastos em consumo dessas famílias com diferentes bens produzidos por vários setores³.

Os multiplicadores, direto, indireto e induzido, podem ser estimados também para a renda, as importações, os impostos, o valor adicionado, os salários, entre outros, conforme já mencionado, substituindo-se nos exemplos acima a variável emprego.

Além da análise de impacto, anteriormente descrita, a partir do modelo básico de Leontief, pode-se analisar a estrutura setorial de uma economia. Utilizando a metodologia proposta por Hirschman e Rasmussen, é possível determinar quais setores têm maior poder de encadeamento dentro do sistema econômico, (i) calculando os índices de ligação para trás, que fornecem quanto um respectivo setor demanda dos outros setores da economia, (ii) e os índices de ligação para frente, que fornecem a quantidade de produtos demandada de outros setores por um referido setor (GUILHOTO, 2011).

Para Miller e Blair (2009), em um sistema insumo-produto, a produção de um setor específico tem dois efeitos sobre os outros setores da economia. Se um setor j aumenta sua produção, isso significa que o setor j aumentará sua demanda (como comprador) sobre os setores que fornecem insumos para a produção dos bens do setor j . O termo *backward linkage* ou ligação para trás é utilizado para indicar esse tipo de conexão. A identificação desse tipo de ligação pode ser feita pela Equação 2.14:

$$U_j = [B_{*j} / n] / B^* \quad (2.14)$$

Em que:

U_j é o índice de ligação para trás;

B_{*j} é a soma de uma coluna típica da matriz inversa de Leontief;

n é o número de setores no sistema insumo-produto;

B^* é a média de todos os elementos da matriz inversa de Leontief.

Quanto maior o valor de U_j , maior é o poder de dispersão do setor na economia, isto é, maior seu encadeamento para trás, como demandante de insumos.

Por outro lado, o aumento na produção de um setor j também significa aumento na quantidade de produtos do setor j disponíveis para serem utilizados como insumo nos outros setores, ou seja, haverá aumento na oferta do setor j como vendedor. O termo *forward linkage* ou ligação para frente é utilizado para indicar esse tipo de conexão entre os setores. Para

³ Para maiores detalhes acerca dos diversos multiplicadores presentes na análise insumo-produto, ver Miller e Blair (2009).

identificar essa relação, primeiramente, constrói-se a matriz de Ghosh. Essa matriz é muito parecida com a inversa de Leontief, no entanto, os coeficientes tecnológicos são construídos nas linhas e não nas colunas. Posteriormente, utiliza-se a seguinte equação:

$$U_i = [G_{i*} / m] / G^* \quad (2.15)$$

Em que:

U_i é o índice de ligação para frente;

G_{i*} é a soma de uma linha típica da matriz de Ghosh;

m é o número de setores no sistema insumo-produto;

G^* é a média de todos os elementos da matriz de Ghosh.

Os setores que apresentam níveis de encadeamento para trás e para frente superiores à média do sistema insumo-produto, ou seja, índices de ligação maiores do que a unidade são considerados setores-chave na economia.

Os índices de ligação puros do modelo GHS, desenvolvidos por Guilhoto, Hewings e Sonis, complementam a análise dos índices de ligações de Rasmussen-Hirschman por levarem em consideração, além dos encadeamentos existentes entre os setores, os diferentes níveis de produção em cada setor da economia.

A consolidação da abordagem GHS foi apresentada por Guilhoto et al. (2005). Nesse contexto, segundo o modelo GHS, uma matriz de coeficientes de insumos diretos A , dada por:

$$A = \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

é formada pelos coeficientes de insumos diretos do setor j e o resto da economia r . A partir dessa matriz, podem-se calcular os índices puros de ligação: A_{jj} e A_{rr} , que são matrizes quadradas que indicam os insumos diretos no setor j e no restante da economia, respectivamente. Os coeficientes A_{rj} e A_{jr} representam os insumos diretos adquiridos pelo setor j do resto da economia e vice-versa. Tomando-se como base a matriz A e fazendo uma decomposição tripla multiplicativa da matriz inversa de Leontief, obtém-se:

$$B = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} B_{jj} & B_{jr} \\ B_{rj} & B_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta_{jj} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_j & 0 \\ 0 & \Delta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{jr}\Delta_r \\ A_{rj}\Delta_j & I \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Em que:

$\Delta_j = (I - A_{jj})^{-1}$ corresponde à interação do setor j com ele próprio;

$\Delta_r = (I - A_{rr})^{-1}$ corresponde à interação do restante da economia com ele próprio;

$\Delta_{jj} = (I - \Delta_j A_{jr} \Delta_r A_{rj})^{-1}$ representa quanto o setor j terá que produzir para o restante da economia para que ele atenda às necessidades dos demais;

$\Delta_{rr} = (I - \Delta_r A_{rj} \Delta_j A_{jr})^{-1}$ indica quanto o restante da economia tem que produzir para o setor j para que ele atenda às necessidades dos demais.

Partindo-se do modelo de Leontief e da Equação 2.17 e seus desmembramentos, pode-se chegar às definições para as ligações para trás (PBL) e para frente (PFL):

$$PFL = \Delta_j A_{jr} \Delta_r Y_r \quad (2.18)$$

O PFL fornece o impacto dos demais setores da economia sobre o setor j :

$$PBL = \Delta_r A_{rj} \Delta_j Y_j \quad (2.19)$$

O PBL fornece o impacto puro do valor da produção total de j sobre o resto da economia. Segundo Guilhoto et al. (2005), esse impacto é considerado puro por estar livre da demanda de insumos que a região j produz para ela mesma e dos retornos do resto da economia para a região j e vice-versa.

O índice total de ligações é a soma de PBL e PFL . Para refinar mais a análise, utilizam-se índices puros de ligação normalizados, obtidos pelo quociente entre os índices puros e seu valor médio. Quando um valor se situa acima da unidade, isso indica que o setor é considerado chave para a dinâmica da economia, pois se destaca tanto como comprador quanto como vendedor para os demais setores.

Originalmente, a análise insumo-produto foi desenvolvida para aplicações em nível nacional, no entanto, o interesse em estender a utilização desse método para unidades espaciais diferentes de país, usualmente unidades subnacionais, levou a algumas modificações no modelo nacional originando um conjunto de modelos regionais de insumo-produto (MILLER & BLAIR, 2009).

2.2. Análise insumo-produto regional

Desde a década de 1950, diferentes modelos regionais de insumo-produto foram desenvolvidos e podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios: (i) número de regiões consideradas; (ii) reconhecimento (ou não) das ligações inter-regionais; (iii) grau de detalhamento implícito nos fluxos inter-regionais de comércio; (iv) as hipóteses assumidas para estimar os coeficientes de comércio (SARGENTO, 2009).

No que tange ao primeiro critério, os sistemas regionais de insumo-produto podem ser construídos com apenas uma região ou com duas ou mais regiões e suas interconexões. Para Isard (1998), a vantagem dos modelos inter-regionais é considerar os transbordamentos (*spillover effects*), ou seja, as consequências do aumento na demanda de uma região nas outras regiões e o *feedback* na própria região onde houve o incremento inicial.

Para Richardson (1978), o modelo de apenas uma região é considerado parcial no que diz respeito às suas preocupações com os impactos econômicos. Nos modelos de apenas uma região, a interdependência da estrutura industrial é mantida, mas o modelo não traz nenhuma luz quanto à interdependência econômica entre as regiões, que diz respeito ao segundo critério anteriormente arrolado.

Para Leontief (1986), a interdependência econômica entre duas regiões ou entre duas indústrias pode ser direta ou indireta. A interdependência é direta na medida em que os bens e serviços produzidos em uma região são absorvidos por indústrias ou pela demanda final de outra região. A interdependência indireta ocorre quando a ligação entre tais regiões ou indústrias é estabelecida por meio de indústrias de outras regiões, formando os chamados padrões triangulares ou multilaterais de comércio.

Mesmo que o objeto de estudo seja os efeitos em uma única região, é importante considerar os efeitos de transbordamento conhecidos como *spillover effects*. Pode-se ilustrar esse efeito através de um exemplo com duas regiões X e Y. Imagine que, por um motivo qualquer, a região X aumente sua demanda final em um setor específico. Para atender esse aumento de demanda setorial na região X, serão necessários mais produtos de outros setores, da própria região X e também da região Y. A região Y, para atender a demanda da região X, terá que produzir mais e também irá adquirir produtos da região X, onde houve o aumento da demanda inicialmente, e esse processo se repete sucessivas vezes.

Em resumo, o modelo de região única permite tomar conhecimento dos *feedbacks* interindustriais locais, mas negligencia os *feedbacks* inter-regionais. Nesse contexto, se a análise regional é qualificada como de equilíbrio geral, os modelos inter-regionais devem ser preferíveis aos de região única.

Ainda para Richardson (1978), os modelos com duas ou mais regiões têm vantagens e usos que não são comuns a outros modelos de região única: (1) consistência nos dados, isto é, as importações inter-regionais totais devem igualar as exportações inter-regionais totais. Identidades desse tipo permitem ao pesquisador verificar os fluxos comerciais entre as regiões individualmente; (2) um modelo com várias regiões que consista na economia nacional desagregada é muito mais barato do que o desenvolvimento de modelos para regiões individuais

a serem posteriormente agregados; (3) os modelos com várias regiões têm aplicação mais ampla do que os de região única, por exemplo, a mensuração do impacto de um aumento nos gastos do governo central nas diferentes regiões ou a avaliação de deslocamentos inter-regionais na localização industrial.

As aplicações seminais da análise insumo-produto a sistemas com mais de uma região têm a contribuição fundamental de Isard (1951). Essa contribuição originou o Modelo Inter-regional de Insumo-Produto – IRIO, também conhecido como “Modelo de Isard”. No entanto, de acordo com Sargento (2009), o modelo ideal proposto por Isard (1951)⁴ é de difícil implementação prática devido ao seu alto grau de detalhamento, principalmente no que se refere aos dados de comércio inter-regional. Essa dificuldade de implementação fez com que emergissem os chamados Modelos Multirregionais de Insumo Produto – MRIO, sendo Chenery-Moses⁵ o mais conhecido.

Para Isard (1998), os modelos IRIO são mais completos, no entanto, demandam uma grande quantidade de dados, pois as transações inter-regionais são identificadas em sua origem e destino. Os modelos MRIO podem ser estimados com uma necessidade menor de dados, relaxando alguns critérios presentes nos IRIO. Um exemplo de simplificação dos modelos MRIO em relação aos IRIO é uso de dados de comércio entre as regiões em que o setor de destino é ignorado.

Uma vez que as informações dos coeficientes de comércio utilizadas nos modelos MRIO não especificam os compradores na região de destino, acabam por incluir vendas não somente intermediárias, mas também para satisfazer a demanda final. Isto é, não se distingue se os produtos vendidos são para o consumo das famílias ou se serão utilizados como insumo em outras indústrias⁶.

Diante do exposto, percebe-se que o maior foco geográfico dado à análise insumo-produto permite a incorporação de peculiaridades regionais e a concepção de estratégias ligadas ao planejamento urbano. Entretanto, de acordo com Isard (1998), a principal dificuldade para construção de sistemas regionais de insumo-produto é a insuficiência de informações, principalmente acerca dos fluxos comerciais intermediários entre setores e regiões.

O problema fundamental em um sistema insumo-produto de várias regiões é a estimação dos fluxos de comércio entre as regiões. As matrizes de comércio inter-regional dificilmente

⁴ O modelo ideal proposto por Isard (1951) será detalhado na próxima seção.

⁵ O modelo proposto por Chenery e Moses também será detalhado na próxima seção.

⁶ Serão abordados ainda neste capítulo outros sistemas insumo-produto com muitas regiões que serão classificados de acordo com os critérios três e quatro, anteriormente propostos.

estão disponíveis no nível de detalhes necessário. Além disso, a necessidade de dados cresce exponencialmente com o número de regiões. Por exemplo, um sistema com 3 regiões possui 6 matrizes inter-regionais, já um sistema com 4 regiões possui 12 matrizes inter-regionais (MILLER E BLAIR, 2009).

Para Round (1983), muito se avançou desde as primeiras incursões de Isard e Leontief em extensões regionais de modelos insumo-produto. Porém, desde o início, a escassez de dados, bem como o alto custo para obtê-los através da coleta específica de dados primários, principalmente no que tange aos fluxos inter-regionais, têm sido os principais obstáculos para pesquisadores dessa área.

Mesmo em condições ideais, em que se possui uma pesquisa detalhada das compras e vendas de cada setor em cada região, ainda existiriam problemas ligados à amostragem, isto é, as informações sobre a compra de bens do setor i que são providas por firmas do setor j (Z_{ij} do ponto de vista de j) serão provavelmente diferentes das mesmas informações providas pelo setor i (Z_{ij} do ponto de vista de i). Para Isard (1998), esse é o chamado problema de reconciliação.

Diante da dificuldade de se obter os dados necessários para construção dos sistemas insumo-produto com várias regiões a partir de dados censitários, uma forma conveniente de classificação dos referidos sistemas é através da natureza das informações utilizadas e dos métodos de estimação das matrizes inter-regionais. Para Montoya (1999), esse enfoque é interessante por evidenciar as limitações e os alcances dos diferentes modelos.

Dessa forma, quando o sistema inter-regional for construído totalmente a partir de informações censitárias diretas, o método será classificado como “método com informação censitária”. Por outro lado, quando as informações utilizadas para construir o sistema inter-regional forem estimativas das informações diretas requeridas, será classificado como “método com informação censitária limitada⁷ ou não censitária”.

Para Round (1983), a utilização dos termos censitário e não censitário sugerem a existência de duas exclusivas e bem definidas técnicas de pesquisa. No entanto, na prática, todas as matrizes insumo-produto são construídas de forma híbrida, combinando várias técnicas, de acordo com a quantidade dos dados primários disponíveis.

No que tange aos modelos de informação censitária limitada, as formas de estimação das informações que não são diretamente conhecidas e necessárias para a construção dos sistemas inter-regionais de insumo-produto, podem ser classificadas em: (a) Estimações baseadas em Quocientes Locacionais e suas variações; (b) Modelos Gravitacionais; (c) Modelos

⁷ Essa classificação é baseada em Montoya (1999).

Iterativos. No entanto, de acordo com Montoya (1999), na prática, quando se desenvolve um sistema inter-regional de insumo-produto, é comum a utilização combinada dessas formas de estimação. Em face ao exposto, as próximas seções serão dedicadas ao melhor detalhamento dos principais métodos de estimação de sistemas regionais, utilizando-se a classificação proposta.

2.3. Método com informação censitária: o modelo de Isard

O modelo inter-regional de insumo-produto seminal que utiliza prioritariamente informações censitárias é o de Isard (1951). O modelo de Isard é considerado pela literatura de insumo-produto como “ideal” para mensurações inter-regionais.

Segundo Isard (1951), o fluxo geográfico de *commodities* pode ser atribuído a dois conjuntos básicos de fatores: (1) desigualdade na distribuição geográfica da população, renda, ou em sentido amplo, recursos; (2) indivisibilidade da produção e, conseqüentemente, economias que operam em larga escala. A ausência dessas desigualdades facilitaria muito a análise espacial, todavia, elas exercem um papel dominante na moderna vida industrial.

Ainda para Isard (1951), para se considerar modelo geral que reconheça as desigualdades espaciais e a conseqüente heterogeneidade existente em todos os mercados, é necessário que qualquer bem ou serviço produzido em qualquer região seja tomado como único, portanto, distinto do mesmo bem ou serviço produzido por qualquer outra região.

Nesse cenário, seguindo o rigor teórico proposto por Isard, tomando como exemplo um modelo interestadual para o Brasil, o milho produzido no Paraná é um produto diferente do milho produzido em São Paulo, pois os produtores têm um arranjo de mercado diferente nas diferentes regiões. Com efeito, se todas as regiões se engajarem em todas as atividades, o número de setores econômicos em um território é multiplicado pelo número de regiões.

Para Montoya (2009) e Guilhoto (2011), assim como o modelo básico de Leontief, o modelo de Isard estabelece uma matriz inversa e sua operacionalização requer, além das hipóteses subjacentes ao modelo nacional, anteriormente mencionadas, uma hipótese adicional na qual não só a estrutura tecnológica permanece constante, mas também a estrutura de abastecimento inter-regional para cada setor em cada região. A Figura 2.2 descreve como se dão as relações no sistema inter-regional de insumo-produto – IRIO.

Figura 2.2: Relações de Insumo-Produto em um Sistema Inter-regional

	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Set. Reg. L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Prod. Total L
Set. Reg. M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Prod. Total M
	Imp. Resto Mundo (M)	Imp. Resto Mundo (M)	M	M	M
	Impostos Ind. Liq. (IIL)	Impostos Ind. Liq. (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Prod. Total Região L	Prod. Total Região M			

Fonte: Guilhoto (2011).

Considerando os fluxos intersetoriais e inter-regionais para as regiões hipotéticas L e M , com dois setores i e j respectivamente, tem-se:

Z_{ij}^{LL} – fluxo monetário do setor i para o setor j da região L ;

Z_{ij}^{ML} – fluxo monetário do setor i da região M , para o setor j da região L .

Definidos os fluxos monetários, é possível montar a matriz Z :

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Em que:

$Z^{LL} Z^{MM}$ são os fluxos monetários intrarregionais e

$Z^{LM} Z^{ML}$ são os fluxos monetários inter-regionais.

Considerando as definições da Equação 2.20 para uma economia com dois setores, pode-se adaptar o modelo inter-regional de insumo-produto como sendo:

$$X_1^L = z_{11}^{LL} + z_{12}^{LL} + z_{11}^{LM} + z_{12}^{LM} + Y_1^L \quad (2.21)$$

$$Y_1^L = Y_1^{LL} + Y_1^{LM}$$

Em que X_1^L é o total produzido do bem 1 na região L , Y_1^{LL} e Y_1^{LM} são respectivamente as demandas intra e inter-regionais do bem 1 e Y_1^L é a demanda final total do bem 1 na região L .

Neste contexto, os coeficientes técnicos intrarregionais para L e M são evidenciados pelas Equações 2.22 e 2.23:

$$a_{ij}^{LL} = \frac{z_{ij}^{LL}}{X_j^L} \quad (2.22)$$

Em que os a_{ij}^{LL} são coeficientes técnicos de produção que representam o quanto o setor j da região L compra do setor i da região L .

$$a_{ij}^{MM} = \frac{z_{ij}^{MM}}{X_j^M} \quad (2.23)$$

Os a_{ij}^{MM} são os coeficientes técnicos de produção que representam o quanto o setor j da região M compra do setor i da região M .

Também são definidos os coeficientes inter-regionais:

$$a_{ij}^{ML} = \frac{z_{ij}^{ML}}{X_j^L} \quad (2.24)$$

Os a_{ij}^{ML} são os coeficientes técnicos de produção que representam o quanto o setor j da região L compra do setor i da região M .

$$a_{ij}^{LM} = \frac{z_{ij}^{LM}}{X_j^M} \quad (2.25)$$

Já os a_{ij}^{LM} são os coeficientes técnicos de produção que representam o quanto o setor j da região M compra do setor i da região L .

Substituindo os coeficientes na Equação 2.21, pode-se definir o total do bem 1 produzido na região L como:

$$X_1^L = a_{11}^{LL} X_1^L + a_{12}^{LL} X_2^L + a_{11}^{LM} X_1^M + a_{12}^{LM} X_2^M + Y_1^L \quad (2.26)$$

Rearranjando a Equação 2.26 para isolar a demanda final Y_1^L :

$$(1 - a_{11}^{LL}) X_1^L - a_{12}^{LL} X_2^L - a_{11}^{LM} X_1^M - a_{12}^{LM} X_2^M = Y_1^L \quad (2.27)$$

As demandas finais dos outros bens, para os outros setores, podem ser construídas de forma similar.

Os coeficientes técnicos de produção também podem ser definidos na forma matricial:

$$A^{LL} = Z^{LL} (\hat{X}^L)^{-1} \quad (2.28)$$

Os coeficientes técnicos de produção intrarregionais da região L são seus fluxos monetários intrarregionais multiplicados pela inversa diagonalizada do total da produção de cada setor na região. Da mesma forma, pode-se estimar: A^{MM}, A^{LM}, A^{ML} .

A matriz com todos os coeficientes técnicos de produção intra e inter-regionais é definida como:

$$A = \begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix} \quad (2.29)$$

O vetor coluna com a produção total nas duas regiões assume a seguinte forma:

$$X = \begin{bmatrix} X^L \\ \dots \\ X^M \end{bmatrix} \quad (2.30)$$

E o vetor coluna com a demanda final para todos os setores das duas regiões assume a seguinte forma:

$$Y = \begin{bmatrix} Y^L \\ \dots \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (2.31)$$

Retomando, a Equação 2.27 mostra o sistema inter-regional de insumo-produto para o bem 1. Pode-se então representar o sistema inter-regional de insumo-produto completo na forma matricial por:

$$(I - A)X = Y \quad (2.32)$$

Pré-multiplicando os dois lados da Equação 2.32 por $(I - A)^{-1}$, tem-se:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (2.33)$$

A equação final do modelo IRIO é similar à encontrada no modelo nacional, na qual existe uma única região. No entanto, para Sargento (2009), essa similaridade é enganosa, pois o grau de detalhes e a complexidade desse modelo são muito maiores. Nos modelos IRIO, os impactos são determinados em termos de região e de setores, pois os fluxos inter-regionais de comércio não são especificados apenas na região de origem e destino, mas também nos setores de origem e destino. Mudanças na demanda final de uma região causam alterações na produção de outras regiões e essas alterações podem voltar à primeira região através das ligações especificadas pelo IRIO.

Para melhor entendimento da importância dos fluxos inter-regionais, pode-se isolar a magnitude de seu efeito. Para isso, parte-se da Equação 2.27, e reescrevendo-a na forma matricial, tem-se:

$$(I - A^{LL})X^L - A^{LM}X^M = Y^L \quad (2.34)$$

$$(I - A^{MM})X^M - A^{ML}X^L = Y^M \quad (2.35)$$

Isolando o X^L na Equação 2.34 e substituindo na Equação 2.35:

$$\begin{aligned} X^L &= (I - A^{LL})^{-1} A^{LM} X^M + (I - A^{LL})^{-1} Y^L \\ (I - A^{MM})X^M - A^{ML}[(I - A^{LL})^{-1} A^{LM} X^M + (I - A^{LL})^{-1} Y^L] &= Y^M \end{aligned} \quad (2.36)$$

Multiplicando os dois termos entre colchetes por $(-A^{ML})$:

$$(I - A^{MM})X^M - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} A^{LM} X^M - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} Y^L = Y^M \quad (2.37)$$

Colocando X^M em evidência e passando o último termo da Equação 2.37 para a direita:

$$[(I - A^{MM}) - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} A^{LM}]X^M = A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} Y^L + Y^M \quad (2.38)$$

Para encontrar o valor da produção total na região M , o próximo passo é isolar X^M , pré-multiplicando os dois termos do lado direito da Equação 2.38 pelo termo entre colchetes do lado esquerdo:

$$X^M = [(I - A^{MM}) - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} A^{LM}]^{-1} A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} Y^L + [(I - A^{MM}) - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} A^{LM}]^{-1} Y^M \quad (2.39)$$

Por similaridade, a produção total na região L :

$$X^L = [(I - A^{LL}) - A^{LM}(I - A^{MM})^{-1} A^{ML}]^{-1} A^{LM}(I - A^{MM})^{-1} Y^M + [(I - A^{LL}) - A^{LM}(I - A^{MM})^{-1} A^{ML}]^{-1} Y^L \quad (2.40)$$

A Equação 2.39⁸ reflete o total de produção necessário na região M para atender a demanda final dentro da região M e na região L . Em um modelo com apenas uma região, sem os fluxos de comércio inter-regional, o efeito total na região M é dado pela inversa $(I - A^{MM})^{-1}$. Contudo, em um modelo inter-regional, é preciso considerar os efeitos de *feedback* em que a região M necessitará de insumos da região L , representados pela matriz de coeficientes A^{LM} . O impacto na produção da região L será de $(I - A^{LL})^{-1} A^{LM}$. Essa demanda adicional em L novamente será refletida em M através da demanda por insumos expressa pela matriz de coeficientes A^{ML} . Logo, o efeito total sentido na região M será de $A^{ML}(I - A^{LL})^{-1} A^{LM}$. Essas

⁸ Dada a similaridade entre as Equações 2.26 e 2.27, será feita apenas a explanação dos elementos da Equação 2.26, que por reciprocidade valerá também para os elementos da Equação 2.27.

considerações são referentes ao segundo termo da Equação 2.39, ou seja, a produção necessária para atender Y^M .

No que diz respeito aos requisitos necessários para atender Y^L , que está implicitamente representado no primeiro termo da Equação 2.40, inicialmente, pode-se considerar a produção necessária para atender a demanda intrarregional $(I - A^{LL})^{-1}Y^L$, para realizar essa produção, a região L irá importar alguns insumos da região M . Esse impacto será sentido na região M na magnitude de $A^{ML}(I - A^{LL})^{-1}Y^L$, essa nova demanda na região M causa um efeito na região L similar ao anteriormente mencionado, dado pela matriz de requisitos diretos e indiretos $\left[(I - A^{MM}) - A^{ML}(I - A^{LL})^{-1}A^{LM}\right]^{-1}$.

Diante da explanação feita acerca da produção necessária para atender a demanda intrarregional e inter-regional e a necessidade de se considerar os fluxos inter-regionais, torna-se patente a mensuração da magnitude dos referidos fluxos no total produzido regionalmente. Supondo um aumento na demanda final da região L , representado por Y^L , quando negligenciam-se os fluxos de comércio inter-regional, o impacto na quantidade produzida em L , representado por X^L , será de $\Delta X^L = (I - A^{LL})^{-1}\Delta Y^L$. Ao considerarem-se os fluxos inter-regionais, o impacto em X^L é de $\Delta X^L = \left[(I - A^{LL}) - A^{LM}(I - A^{MM})^{-1}A^{ML}\right]^{-1}\Delta Y^L$. A diferença entre esses dois efeitos é o impacto na quantidade produzida na região L devido aos efeitos de *feedback* provocados pelos fluxos inter-regionais de comércio.

De acordo com Greytrack (1970), no que se refere a resultados empíricos, quando os efeitos de *feedback* são considerados, os multiplicadores obtidos pela análise insumo-produto são em média maiores. No entanto, esse resultado depende fortemente do grau de autossuficiência e do tamanho das regiões que estão em análise.

O grau de complexidade presente no modelo inter-regional de insumo-produto – IRIO proposto por Isard (1951) se reflete na necessidade de dados para implementá-lo. De acordo com Sargento (2009), a operacionalização do modelo de Isard é extremamente difícil por demandar uma grande quantidade de dados, especialmente no que se refere aos fluxos de comércio entre as regiões. Essa dificuldade é especialmente potencializada quando, além de se identificarem os fluxos de comércio inter-regionais, especificando as regiões e os setores de origem e destino, ainda se faz necessário identificar se o fluxo é para demanda final ou intermediária.

De acordo com Round (1983), devido aos problemas de disponibilidade de informações acerca da origem e do destino dos fluxos de comércio, bem como se esses fluxos são para

demanda final ou intermediária, as chamadas técnicas não censitárias para estimação de sistemas regionais e inter-regionais de insumo-produto ganharam muita popularidade. A próxima seção traz uma descrição dos principais modelos com informação censitária limitada, bem como das principais técnicas para estimação dos fluxos intrarregionais e inter-regionais, geralmente não disponíveis nos censos.

2.4. Modelos com informação censitária limitada

A presente seção se propõe a apresentar inicialmente alguns modelos desenvolvidos principalmente pela dificuldade de operacionalização do modelo ideal proposto por Isard (1951), como o (i) *Balanced Regional Model*, proposto por Leontief em 1953; (ii) o de Chenery-Moses, apresentado por Chenery (1953) e Moses (1955); e (iii) o de Leontief-Strout, apresentado pelos autores em 1963. Em seguida, serão apresentadas algumas das principais técnicas de estimação dos fluxos intrarregionais e inter-regionais. Posteriormente, serão tratadas algumas experiências atuais na estimação de modelos com informação censitária limitada. Os principais sistemas internacionais de insumo-produto são abordados na sequência e, finalmente, são descritas as principais técnicas de comparação de matrizes insumo-produto, bem como é feita uma breve abordagem acerca das técnicas *top-down* e *bottom-up* na estimação de matrizes de insumo-produto.

2.4.1. O *Balanced Regional Model*

O “Modelo Regional Balanceado” ou “Modelo Intranacional” foi proposto por Leontief et al. (1953) e foi implementado em algumas situações específicas para a economia americana no intuito de analisar impactos regionais e setoriais.

Para Sargento (2009), esse modelo é bastante simples, tanto na forma analítica quanto na necessidade de dados, e combina a análise tradicional de insumo-produto com a percepção de que algumas *commodities* são produzidas não muito distantes de onde são consumidas, enquanto outras viajam longas distâncias entre seu local de produção e seu destino para consumo.

Segundo Miller e Blair (2009), a estrutura matemática básica do modelo é a mesma do modelo inter-regional proposto por Isard (1951), entretanto, a interpretação de seus componentes é diferente.

De acordo com Richardson (1978), apesar do modelo intranacional de Leontief não determinar por si próprio os fluxos de comércio inter-regional, ele oferece uma base útil para a discussão sobre a operacionalidade dos modelos inter-regionais. Resumidamente, o modelo

considera em sua estrutura analítica a existência de bens com diferentes áreas de mercado. Para alguns setores com produtos mais facilmente transportáveis, como a indústria automobilística ou têxtil, considerados com área de mercado nacional ou internacional, a oferta e a demanda são equilibradas apenas em nível nacional. Já outros setores, como alguns tipos de serviços, a oferta e a demanda podem equilibrar-se em uma área geográfica menor. Esses setores possuem mercados com área de abrangência local.

Isso implica que, no que diz respeito aos produtos em que o mercado tem abrangência nacional, algumas regiões podem ter produção em excesso, o que origina exportações para o resto do país, e outras regiões podem ter demanda maior do que a oferta, o que, por sua vez, originaria importações do resto do país. Nesse contexto, segundo Sargento (2009), o modelo computa apenas os fluxos líquidos de comércio e não importação e exportação brutas. Além disso, o modelo não determina a região de origem das importações ou de destino das exportações para o resto do país, por isso Leontief et al. (1953) utiliza o termo intranacional e não inter-regional para o modelo.

Na prática, existem amplas possibilidades de classificação quanto à área de abrangência de mercado dos produtos. Contudo, em seguida, será apresentado um exemplo simplificado, adaptado de Miller e Blair (2009), em que os produtos são classificados como: (i) com área de abrangência regional (R); (ii) ou com área de abrangência nacional (N).

O objetivo principal do modelo Intranacional é determinar o impacto regional de uma mudança exógena na demanda final por produtos regionalmente e/ou nacionalmente balanceados. O primeiro passo é, a partir da matriz nacional, rearranjar os setores de modo que, primeiramente, estejam apresentados os setores com área de abrangência regional e, posteriormente, os setores com área de abrangência nacional, isto é, os setores 1, 2, 3, ..., r são setores regionalmente equilibrados e os setores de $r+1$... n representam os setores nacionalmente equilibrados, logo, a matriz nacional de coeficientes técnicos rearranjada seria:

$$A = \begin{bmatrix} A^{RR} & A^{RN} \\ A^{NR} & A^{NN} \end{bmatrix} \quad (2.41)$$

Os sobrescritos R e N representam setores regionalmente ou nacionalmente equilibrados. Além disso, conforme a Equação 2.42, o vetor x representa a produção total e o vetor y , a demanda final:

$$x = \begin{bmatrix} x^R \\ x^N \end{bmatrix} \text{ e } y = \begin{bmatrix} y^R \\ y^N \end{bmatrix} \quad (2.42)$$

Da mesma forma apresentada no modelo de Isard (1951), com duas regiões, porém, como já mencionado, os sobrescritos R e N aqui não são regiões, mas sim setores regionalmente balanceados (R) ou nacionalmente balanceados (N). Nesse contexto, definem-se as equações:

$$\begin{aligned} (I - A^{RR})x^R - A^{RN}x^N &= y^R \\ -A^{NR}x^R + (I - A^{NN})x^N &= y^N \end{aligned} \quad (2.43)$$

Escrevendo na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} (I - A^{RR}) & -A^{RN} \\ -A^{NR} & (I - A^{NN}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^R \\ x^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y^R \\ y^N \end{bmatrix}, \text{ resolvendo para } x: \quad (2.44)$$

$$\begin{bmatrix} x^R \\ x^N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A^{RR}) & -A^{RN} \\ -A^{NR} & (I - A^{NN}) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y^R \\ y^N \end{bmatrix}$$

Dessa forma, pode-se calcular o produto total para cada setor em cada categoria, dada uma mudança exógena na demanda final em um ou mais setores, de ambas as categorias. No entanto, até agora, o modelo não apresentou nenhuma espacialidade, apenas uma categorização de balanceamento nacional ou regional.

Iniciando o processo de regionalização, fazem-se necessários novos vetores de demanda final para os setores regionalmente balanceados distribuídos entre as s regiões em que $\sum_s y^{R(s)} = y^R$. Além disso, é necessária, para cada região s , uma estimativa da proporção do produto de cada setor nacionalmente balanceado p^s que é produzida em cada uma das s regiões:

$$p^s = \begin{bmatrix} p_{r+1}^s \\ \vdots \\ p_n^s \end{bmatrix} \quad (2.45)$$

O vetor $\hat{p}^s x^N$ indica a participação da região s na produção total do país, no que se refere aos setores com área de abrangência nacional. Por construção, $\sum_s \hat{p}^s = I$, pois os elementos de p^s são proporções do total do produto nacional que ocorrem em s .

Concomitantemente, a produção total na região s pode ser escrita como:

$$x^{(s)} = \begin{bmatrix} x^{R(s)} \\ x^{N(s)} \end{bmatrix} \quad (2.46)$$

Em que $x^{R(s)}$ representa a produção dos R setores regionalmente balanceados, que são produzidos na região s e $x^{N(s)} = \hat{p}^s x^N$ que indica a produção dos bens nacionalmente balanceados que ocorre na região s .

No que diz respeito aos produtos regionalmente balanceados, pode-se definir a produção regional através da perspectiva da demanda, no entanto é preciso estar ciente de que os insumos regionais podem ser requeridos tanto para a produção de itens regionalmente balanceados quanto de produtos nacionalmente balanceados,

Isso implica que $X^{R(s)}$ envolve dois componentes: (i) a produção na região s para atender a sua demanda final específica por produtos com mercado de abrangência regional, por exemplo, a produção de eletricidade no Paraná para satisfazer as necessidades da demanda final e intermediária no próprio estado (imaginando que o setor de energia elétrica seja regionalmente balanceado); e (ii) a produção de insumos regionalmente balanceados na região s para atender a produção de bens na região s que compõem mercados nacionalmente balanceados, por exemplo, a produção de eletricidade na região s utilizada como insumo para atender a produção de automóveis na região s (considerando que a indústria automobilística seja nacionalmente balanceada).

Diante do exposto, a produção regional de produtos com mercado regionalmente balanceados pode ser descrita pela Equação 2.47:

$$x^{R(s)} = \sum_{j=1}^r a_j^R x_j^s + \sum_{j=r+1}^n a_j^R x_j^s + y^{R(s)} \quad (2.47)$$

Em que, utilizando as submatrizes definidas na Equação (2.44), e as proporções p^s , chega-se a:

$$\begin{aligned} x^{R(s)} &= A^{RR} x^{R(s)} + A^{RN} x^{N(s)} + Y^{R(s)} \\ (I - A^{RR}) x^{R(s)} &= A^{RN} x^{N(s)} + Y^{R(s)} \\ x^{R(s)} &= (I - A^{RR})^{-1} A^{RN} x^{N(s)} + (I - A^{RR})^{-1} Y^{R(s)} \\ x^{R(s)} &= (I - A^{RR})^{-1} A^{RN} p^s x^N + (I - A^{RR})^{-1} Y^{R(s)} \end{aligned} \quad (2.48)$$

A Equação 2.48 mostra que a produção regional de produtos com mercados regionalmente balanceados é uma função da demanda regional por esses produtos, mas também da produção nacional de produtos com mercados nacionalmente balanceados. No entanto, como pode ser constatado na Equação 2.44, a produção nacional de produtos com mercados nacionalmente balanceados é função da demanda nacional por ambos os tipos de produtos (com mercados nacionalmente ou regionalmente balanceados). Logo, em última instância, esse modelo quantifica os impactos regionais causados por mudanças na demanda nacional dos dois tipos de produtos alocando os impactos exógenos na demanda final dos mesmos em cada região.

O modelo intranacional de Leontief, apesar de seu pioneirismo e sua fácil operacionalização, de acordo com Sargento (2009), não apresenta resultados satisfatórios,

principalmente por utilizar os fluxos líquidos de comércio, ou seja, não considera a existência de *cross-hauling*⁹.

2.4.2. O modelo de Chenery-Moses

Devido à dificuldade de operacionalização do modelo inter-regional de insumo-produto – IRIO proposto por Isard, Chenery (1953) e Moses (1955) desenvolveram a primeira versão de um modelo multirregional de insumo-produto – MRIO. O modelo MRIO simplifica a operacionalização do IRIO pelo fato de ser necessária apenas a especificação da região e do setor de origem dos fluxos de comércio, bem como da região de destino, sem a identificação do setor na região de destino, ou se o referido fluxo aconteceu para atender a demanda final ou intermediária.

De acordo com Sargento (2009), para a implementação desse modelo, são necessários quatro conjuntos de dados: o primeiro é uma matriz origem-destino (O-D) para cada produto, descrevendo os fluxos intrarregionais e inter-regionais. A Figura 2.3 apresenta essa matriz de fluxos em um modelo baseado em duas regiões L e M .

Figura 2.3: Origem e destino dos fluxos intrarregionais e inter-regionais

		DESTINO	
		L	M
ORIGEM	L	x_i^{LL}	x_i^{LM}
	M	x_i^{ML}	x_i^{MM}
	SOMA	R_i^L	R_i^M

Fonte: adaptado de Sargento (2009).

Nessa matriz, x_i^{LL} representa a quantidade do produto i produzido e consumido na região L e x_i^{ML} indica o total da produção do bem i na região M que é consumido na região L ¹⁰, não sendo necessário especificar se o produto na região de destino será direcionado ao consumo intermediário ou final. As somas das colunas representadas por R_i^L e R_i^M denotam o total do

⁹ *Cross-hauling* é um termo utilizado para caracterizar a exportação de um bem por uma determinada região, enquanto bens similares ou correspondentes estão sendo importados pela mesma.

¹⁰ A interpretação para os outros elementos da matriz é análoga.

produto i disponível nas regiões L e M , respectivamente, sem considerar as importações internacionais.

O segundo conjunto de informações necessárias para a construção do modelo MRIO consiste em uma matriz de fluxos intersetoriais. Por exemplo, para a região M , será necessária uma matriz $Z^{\bullet M}$ em que cada elemento $z_{ij}^{\bullet M}$ representa o valor das compras por cada setor da região M de cada indústria na nação como um todo, ou seja, todas as origens são consideradas, com exceção dos fluxos internacionais.

Os dois últimos conjuntos de dados são: (1) os vetores de demanda final para cada região, em que y_i^M é a demanda final do produto i na região M , originário de todas as fontes; (2) os vetores com o produto total de cada região representada, em que e_i^M é a produção total de i na região M .

As Equações 2.49 e 2.50 refletem o estado de equilíbrio em que o produto de cada indústria em cada região é igual às vendas dessas indústrias para todas as outras, acrescidas das vendas para a demanda final.

Considerando novamente um sistema com duas regiões L e M e n setores com n produtos, tem-se:

$$e_i^L = (z_{i1}^{LL} + z_{i2}^{LL} + \dots + z_{in}^{LL} + y_i^{LL}) + (z_{i1}^{LM} + z_{i2}^{LM} + \dots + z_{in}^{LM} + y_i^{LM}) \quad (2.49)$$

$$e_i^M = (z_{i1}^{ML} + z_{i2}^{ML} + \dots + z_{in}^{ML} + y_i^{ML}) + (z_{i1}^{MM} + z_{i2}^{MM} + \dots + z_{in}^{MM} + y_i^{MM}) \quad (2.50)$$

Para Sargento (2009), dado que fluxos como z_{ij}^{LL} ou y_{ij}^{LL} dificilmente estão disponíveis, algumas hipóteses precisam ser consideradas para operacionalização do modelo. A primeira hipótese fundamental consiste na introdução dos chamados “coeficientes de comércio” em que, utilizando a matriz O-D, apresentada na Figura 3, divide-se cada elemento de sua coluna pelo total da referida coluna. Tomando como exemplo a primeira coluna, tem-se: $t_i^{LL} = \frac{x_i^{LL}}{R_i^L}$ e

$t_i^{ML} = \frac{x_i^{ML}}{R_i^L}$, em que t_i^{LL} e t_i^{ML} representam as proporções do produto i disponível na região L , produzida na própria região L e produzida na região M , respectivamente¹¹.

¹¹ A forma de construção do coeficiente de comércio nos totais de colunas faz com que esse modelo algumas vezes seja chamado de “Modelo de coeficiente coluna”. Outros modelos MRIO computam esses coeficientes nos totais das linhas, chamados de “Modelos de coeficiente linha”. Todavia, aplicações empíricas como as de Polenske (1970) revelam que os resultados do modelo de coeficiente linha não são satisfatórios e podem produzir matrizes inversas de Leontief com elementos negativos.

A hipótese essencial desse modelo MRIO é que, se $t_i^{ML} = 0,4$, então 40% do insumo i consumido em L vem da região M e 60% é produzido internamente. Esse percentual será o mesmo para todos os setores, isto é, utiliza-se o mesmo coeficiente de comércio para qualquer que seja o setor na região de destino. Essa é uma hipótese forte, mas para Moses (1955) seria extremamente difícil a implementação do modelo discriminando os padrões de comércio de cada setor.

As Equações 2.51 e 2.52 são uma forma de reescrever as Equações 2.49 e 2.50, a partir do já mencionado conjunto de dados necessários para a construção do modelo Chenery-Moses:

$$e_i^L = (t_i^{LL} z_{i1}^{*L} + t_i^{LL} z_{i2}^{*L} + \dots + t_i^{LL} z_{in}^{*L} + t_i^{LL} y_i^L) + (t_i^{LM} z_{i1}^{*M} + t_i^{LM} z_{i2}^{*M} + \dots + t_i^{LM} z_{in}^{*M} + t_i^{LM} y_i^M) \quad (2.51)$$

$$e_i^M = (t_i^{ML} z_{i1}^{*L} + t_i^{ML} z_{i2}^{*L} + \dots + t_i^{ML} z_{in}^{*L} + t_i^{ML} y_i^L) + (t_i^{MM} z_{i1}^{*M} + t_i^{MM} z_{i2}^{*M} + \dots + t_i^{MM} z_{in}^{*M} + t_i^{MM} y_i^M) \quad (2.52)$$

Conforme Sargento (2009), além dos coeficientes de comércio, no Cherery-Moses também são utilizados os coeficientes técnicos, com uma particularidade específica de, no caso dos fluxos inter-regionais entre os setores, não ser necessário considerar a origem dos insumos, ainda sob a hipótese de uma economia fechada.

Pode-se, então, representar os coeficientes técnicos para a região M como $a_{ij}^{*M} = \frac{z_{ij}^{*M}}{e_j^M}$,

essa é a quantidade do insumo i necessária para se produzir uma unidade de produto no setor j na região M , considerando os insumos vindos de todas as regiões do sistema. Utilizando esses coeficientes, as Equações 2.51 e 2.52 podem ser reescritas como:

$$e_i^L = (t_i^{LL} a_{i1}^{*L} e_1^L + t_i^{LL} a_{i2}^{*L} e_2^L + \dots + t_i^{LL} a_{in}^{*L} e_n^L + t_i^{LL} y_i^L) + (t_i^{LM} a_{i1}^{*M} e_1^M + t_i^{LM} a_{i2}^{*M} e_2^M + \dots + t_i^{LM} a_{in}^{*M} e_n^M + t_i^{LM} y_i^M) \quad (2.53)$$

$$e_i^M = (t_i^{ML} a_{i1}^{*L} e_1^L + t_i^{ML} a_{i2}^{*L} e_2^L + \dots + t_i^{ML} a_{in}^{*L} e_n^L + t_i^{ML} y_i^L) + (t_i^{MM} a_{i1}^{*M} e_1^M + t_i^{MM} a_{i2}^{*M} e_2^M + \dots + t_i^{MM} a_{in}^{*M} e_n^M + t_i^{MM} y_i^M) \quad (2.54)$$

É possível notar que as Equações 2.53 e 2.54 tratam o comércio e a tecnologia com coeficientes diferentes. Sargento (2009) afirma que esse é um avanço em relação aos modelos IRIO, pois os fatores que afetam o comércio e a tecnologia não são os mesmos e por isso parece ser mais adequado tratá-los separadamente.

Generalizando o modelo para todas as regiões e produtos, pode-se escrever na forma matricial:

$$e = TA^{CM} e + Ty \quad (2.55)$$

Em que:

$T = \begin{bmatrix} T^{LL} & T^{LM} \\ T^{ML} & T^{MM} \end{bmatrix}$ representa os coeficientes de comércio, sendo que cada elemento é

uma matriz em que os únicos elementos diferentes de zero estão na diagonal principal, por

exemplo: $T^{LM} = \begin{bmatrix} t_1^{LM} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & t_2^{LM} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & t_n^{LM} \end{bmatrix}$.

$A^{CM} = \begin{bmatrix} A^{\bullet L} & 0 \\ 0 & A^{\bullet M} \end{bmatrix}$ em que cada elemento é uma matriz de coeficientes técnicos para

cada região, com a particularidade já mencionada de que a origem dos insumos não precisa ser especificada, podendo-se considerar todas as regiões de origem de forma agrupada, por isso o

sobrescrito CM que significa Chenery-Moses. E, finalmente: $e = \begin{bmatrix} e^L \\ e^M \end{bmatrix}$.

A Equação 2.55, de forma similar ao modelo IRIO, também pode ser alterada para a realização de análises de impacto:

$$\begin{aligned} e &= TA^{CM} e + Ty \\ (I - TA^{CM})e &= Ty \\ \Delta e &= (I - TA^{CM})^{-1} T \Delta y \end{aligned} \tag{2.56}$$

Para Miller e Blair (2009), o efeito multiplicador da produção resultante da soma das colunas da matriz $\Delta e = (I - TA^{CM})^{-1} T$ pode ser entendido como um multiplicador de dois estágios. No primeiro estágio, a Matriz T , quando multiplicada por y , distribui a nova demanda final em cada região pelos ofertantes nas referidas regiões. No segundo estágio, quando o resultado do primeiro estágio é multiplicado pela inversa $\Delta e = (I - TA^{CM})^{-1}$, obtêm-se os impactos diretos e indiretos nos setores regionalmente.

2.4.3. O modelo Leontief e Strout

O modelo multirregional de Leontief e Strout proposto em 1963 não se propõe a descrever teoricamente os inúmeros fatores que determinam o padrão de um sistema econômico composto de várias regiões, mas sim a apresentar um instrumento sólido, capaz de auxiliar gestores públicos na utilização eficaz de informações limitadas, o que ocorre mesmo em países estatisticamente desenvolvidos. A apresentação básica do modelo será feita em seguida, baseada em Leontief (1986).

Leontief (1986), inicialmente, descreve um sistema de insumo-produto regional. Para qualquer região g , o equilíbrio entre a disponibilidade interna do bem i , a produção total de todos os outros bens e a demanda final regional do bem i é representado pela Equação 2.57:

$$X_{i,og} = \sum_{j=1}^n [a_{ij,g} X_{j,go}] + Y_{i,g} \quad (2.57)$$

Em que $X_{i,og}$ é a disponibilidade interna total (produção+importação–exportação) do bem i na região g , vindo de todas as origens o ; $X_{j,go}$ corresponde à produção do bem j na região g ; a_{ij} são os coeficientes técnicos de insumo que descrevem a quantidade do bem i necessária para a produção de uma unidade do bem j na região g ; e $Y_{i,g}$ é a demanda final do bem i na região g , que no modelo é sempre considerada como dada.

Em um modelo com n bens ($i = 1, 2, \dots, n$) e m regiões ($g = 1, 2, \dots, m$), considerando as demandas finais como dadas, existirão $(m \times n)$ equações com $2(m \times n)$ incógnitas, sendo elas $(m \times n)$ produções regionais e $(m \times n)$ insumos internos regionais. A interdependência entre produto e insumo das diferentes regiões é apresentada pelas Equações 2.58 e 2.59:

$$X_{i,go} = \sum_{h=1}^m X_{i,gh} \quad (2.58)$$

$$X_{i,oh} = \sum_{g=1}^m X_{i,gh} \text{ (com } h = 1, 2, \dots, m) \quad (2.59)$$

Em que $X_{i,go}$ é a produção total do bem i na região g ; $X_{i,oh}$ é a demanda total do bem i na região h e $X_{i,gh}$ são os embarques do bem i de g para atender a demanda em h .

Em resumo, esses dois conjuntos de equações mostram que, em um sistema multirregional isolado, isto é, sem contato com o exterior, a oferta agregada do bem i é igual à sua demanda agregada, como mostra a Equação 2.60:

$$\sum_{g=1}^m \sum_{h=1}^m X_{i,gh} = \sum_{g=1}^m X_{i,go} = \sum_{h=1}^m X_{i,oh} = X_{i,oo} \text{ (} i=1, 2, \dots, n) \quad (2.60)$$

A relação de interdependência apresentada, conforme já mencionado, considera um sistema multirregional isolado. A relação desse sistema com o exterior, segundo Leontief (1986), pode ser tratada de duas maneiras: (i) considerando formalmente o “exterior” como uma região interna adicional; ou (ii) considerando as exportações como um dos elementos da demanda final das regiões e as importações entrando do lado direito da Equação 2.57, porém com sinal negativo.

Diante do exposto, para Leontief (1986), a grandeza dos fluxos de comércio inter-regional para qualquer bem i pode ser expressa pela Equação 2.61:

$$X_{i,gh} = \frac{X_{i,go}X_{i,oh}}{X_{i,oo}} Q_{i,gh} \quad (2.61)$$

Com $(i = 1, 2, \dots, n)$, $(h = 1, 2, \dots, m)$, $(g = 1, 2, \dots, m)$, para $g \neq h$. De acordo com a Equação 2.61, o fluxo de comércio de qualquer bem i da região g para qualquer outra região h (com $g \neq h$) é diretamente proporcional à sua produção total na região g e sua demanda total na região de destino h . Porém, é inversamente proporcional à quantidade total do bem i existente em todo o sistema multirregional $X_{i,oo}$, determinado na Equação 2.60. O valor de $Q_{i,gh}$ é essencial para o modelo de Leontief (1986) e será definido posteriormente.

A determinação da grandeza dos fluxos de comércio entre duas regiões determinada pela Equação 2.61 permite caracterizar o modelo como de *gravidade* ou *potencial* e traz algumas implicações:

(i) Não pode haver fluxo de comércio do bem i entre a região g e a região h se a demanda por i em h ou a produção de i em g ou ambos forem iguais a zero;

(ii) A introdução da produção agregada do sistema multirregional no denominador faz com que, se a produção em g , a demanda em h e a produção agregada do sistema dobrarem, os embarques de g para h dobrem também, além disso, diminui o impacto do aumento da oferta em g ou da demanda em h no total de embarques.

(iii) Além disso, se $X_{i,go}$ (produção do bem i em g); $X_{i,oh}$ (demanda do bem i em h); $X_{i,ho}$ (produção do bem i em h); e $X_{i,og}$ (demanda do bem i em g) forem todos positivos, bem como as constantes $Q_{i,gh}$ e $Q_{i,hg}$, o fluxo de comércio do bem i existirá tanto de g para h quanto de h para g . Essa possibilidade é interessante por considerar que o bem i na região h é semelhante, porém, não idêntico ao bem i na região g , por isso o fluxo do bem i pode ocorrer em ambas as direções (*cross-hauling*). Em algumas situações, para alguns bens considerados homogêneos, pode não ser interessante a ocorrência do *cross-hauling*. Nessas situações, pode-se zerar a constante $Q_{i,gh}$ ou $Q_{i,hg}$.

No que diz respeito às constantes $Q_{i,gh}$, para o caso em que haja a disponibilidade de estatísticas para um ano base, tanto da produção e insumo regionais quanto inter-regionais, pode-se obter uma estimativa da constante $Q_{i,gh}$ apenas substituindo os valores na Equação 2.61, esse procedimento é chamado de “Estimativa de Ponto Único”.

No entanto, de acordo com Leontief (1986), em muitos países não há informações sobre os fluxos inter-regionais dos bens e serviços. Nesse cenário de falta de informações, as

constantes $Q_{i,gh}$ podem ser obtidas indiretamente, a partir da (i) magnitude dos insumos e dos produtos totais no ano base; (ii) informações suplementares sobre distâncias inter-regionais; ou, de modo mais geral, (iii) informações sobre o custo de transporte dos referidos bens.

Cada uma das constantes $Q_{i,gh}$ pode ser descrita em termos de quatro parâmetros subsidiários, conforme a Equação 2.62:

$$Q_{gh} = (C_g + K_h) d_{gh} \delta_{gh} \quad (2.62)$$

Em que δ_{gh} é um parâmetro que assume valor zero quando o bem é considerado de demanda apenas interna ou para $g = h$ e o valor 1 quando é comercializável e $g \neq h$; d_{gh} é o inverso dos custos de transporte da região g para a região h , que na falta de informação mais acurada pode ser a distância recíproca entre as duas regiões, porém, deve-se estar atento para o fato de que em geral d_{gh} não é necessariamente igual a d_{hg} . As constantes C_g e K_h são parâmetros que caracterizam a posição relativa da região g , em comparação com todas as outras como fornecedoras, e da região h como demandante do bem i . As referidas constantes não são observáveis, podem apenas ser calculadas por mínimos quadrados ou outro procedimento de ajuste de curva.

Decididas as situações em que δ_{gh} será igual ou diferente de zero, a aplicação empírica do sistema multirregional apresentado por Leontief (1986) é baseada em dois tipos de informações factuais: (i) as magnitudes do “pool” de oferta e demanda regionais $\bar{X}_{i,go}$, $\bar{X}_{i,oh}$ e a produção regional demandada pela própria região $\bar{X}_{i,gg}$; e (ii) as distâncias, ou alguma medida relativa ao custo de transporte de cada bem, de uma região g para uma região h , utilizadas para calcular o parâmetro $d_{i,gh}$ nas equações inter-regionais.

No que diz respeito à solução empírica do modelo, Leontief (1986) propõe quatro soluções para sua parte inter-regional: (i) Solução exata; (ii) Solução simples; (iii) Procedimento de mínimos quadrados; (iv) Estimativa de ponto.

Na solução exata, os valores dos parâmetros C_g e K_h são determinados por meio de um conjunto de equações simultâneas¹² que, inseridos na Equação 2.62, juntamente com d_{gh} , permitem o cômputo dos fluxos inter-regionais.

Na solução simples, como o próprio nome diz, as equações utilizadas apresentam apenas uma única constante para cada bem, além das δ_{gh} , conforme a Equação 2.63:

¹² Ver o sistema completo de equações em Leontief e Strout (1963), página 142.

$$X_{gh} = \frac{X_{go} X_{oh}}{X_{oo}} b \delta_{gh} \quad \begin{matrix} (g \neq h) \\ (g = 1, 2, \dots, m) \\ (h = 1, 2, \dots, m) \end{matrix} \quad (2.63)$$

A constante b é calculada a partir dos dados de produtos e insumos regionais totais no ano base:

$$b = \frac{\bar{X}_{oo} - \sum_{r=1}^m \bar{X}_{rr}}{\sum_{g=1}^m \sum_{h=1}^m \frac{\bar{X}_{go} \bar{X}_{oh} \delta_{gh}}{\bar{X}_{oo}}} (\delta_{gh}=0, \text{ quando } g = h) \quad (2.64)$$

Em que $\bar{X}_{rr}$, $\bar{X}_{go}$ e $\bar{X}_{oh}$ são, respectivamente, a demanda intrarregional do bem i , o “pool” de oferta da região g e o “pool” de demanda da região h no ano base.

O procedimento de mínimos quadrados é uma aplicação direta de ajuste de curva estatística à equação, em que, além dos parâmetros externos d_{gh} , δ_{gh} e os níveis de produto e insumo regionais $\bar{X}_{go}$, $\bar{X}_{oh}$, é necessário conhecer os fluxos inter-regionais $\bar{X}_{gh}$ para o ano base. Uma nova variável auxiliar $\bar{X}_{gh}^*$ é então definida:

$$\bar{X}_{gh}^* = \frac{\bar{X}_{go} \bar{X}_{oh}}{\bar{X}_{oo}} d_{gh} \delta_{gh} \quad (2.65)$$

Como acontece no método de mínimos quadrados, o procedimento de estimativa no ponto também requer informações completas sobre os fluxos inter-regionais no ano base, para que se calcule o parâmetro Q_{gh} utilizando a Equação 2.61.

O modelo Leontief Strout foi aplicado por Polenske (1970) para a economia Japonesa. Nessa aplicação, a estimação no ponto foi a que produziu os menores erros de estimação. Ainda para Polenske (1970), a estimação no ponto do modelo de Leontief e Strout e o modelo de coeficientes de coluna de Chenery Moses, também descrito na presente seção, apresentaram estimativas razoáveis para a economia japonesa. Já para Bon (1984), a estimativa no ponto de Leontief e Strout não atende as condições necessárias e suficientes para gerar inversas de Leontief e previsões não negativas.

2.5. Técnicas não censitárias de regionalização das matrizes insumo-produto

A presente seção, inicialmente, trará uma breve revisão das técnicas não censitárias mais utilizadas para regionalização de matrizes insumo produto. Posteriormente, será apresentada a

técnica RAS de reconciliação, também bastante utilizada para estimação de matrizes regionais quando os dados são escassos. Em seguida, serão abordadas algumas técnicas de estimação dos fluxos inter-regionais.

2.5.1. Quocientes Locacionais

A técnica de Quociente Locacional oferece uma forma direta e barata para a regionalização de matrizes insumo-produto nacionais (FLEGG et al., 2016). Basicamente, essa técnica utiliza os coeficientes técnicos nacionais para estimar os regionais.

2.5.1.1. Quociente Locacional Simples

Considere x_i^r como o produto bruto do setor i na região r ; x^r o produto total de todos os setores na região r ; x_i^n o produto do setor i em todo o país onde está localizada a região r ; e x^n o produto total de todos os setores no país. O quociente locacional simples (QL_i^r) para o setor i na região r pode ser definido como:

$$QL_i^r = \left(\frac{x_i^r / x_i^n}{x^r / x^n} \right) \quad (2.66)$$

O numerador reflete a proporção da produção nacional¹³ da *commodity* i produzida em r . Já o denominador expressa o quanto a produção total de r representa do total nacional. Logo, se $QL_i^r > 1$, a concentração da *commodity* i na região r é maior do que no país.

Dessa forma, segundo Miller e Blair (2009), o quociente locacional simples pode ser visto como uma medida da habilidade da indústria i na região r em atender a demanda das outras indústrias e a demanda final na região r .

Se a indústria i é menos concentrada na região r do que no país, $QL_i^r < 1$, ela é menos capaz de atender a demanda regional por seus produtos. Por isso, o coeficiente técnico regional a_{ij}^{rr} é criado pela redução do coeficiente nacional, multiplicando (QL_i^r) pelo coeficiente técnico nacional (a_{ij}^n). Já se $QL_i^r > 1$, utiliza-se o coeficiente nacional a_{ij}^n e assume-se que o excedente de produção na região r será exportado para as outras regiões.

Logo:

¹³ Quando os dados de produção não estão disponíveis, utilizam-se outras medidas como emprego, renda pessoal, valor adicional e outros.

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (QL_{ij}^r).(a_{ij}^n)...se...(QL_{ij}^r < 1) \\ a_{ij}^n.....se...(QL_{ij}^r \geq 1) \end{cases} \quad (2.67)$$

Se um setor nacional não estiver presente na região $QL_i^r = 0$, suas referidas linha e coluna podem ser excluídas ou zeradas na matriz regional.

Para Miller e Blair (2009), há uma assimetria distinta nesse método. Quando um setor é caracterizado regionalmente como “importador-orientado”, isto é, $QL_i^r < 1$, a modificação no coeficiente nacional varia conforme a força da orientação à importação, mas, se caracterizado como “exportador-orientado”, ou seja, $QL_i^r > 1$, o coeficiente nacional é mantido.

A técnica do quociente locacional simples apresenta várias limitações e hipóteses consideradas fortes. Uma das limitações é considerar que um determinado setor utiliza a mesma tecnologia em todas as regiões do país. Além disso, o coeficiente técnico regional irá variar apenas em relação à sua capacidade de atender a demanda. Conforme Miller e Blair (2009), em alguns setores, essa limitação pode ser razoável, mas em outros pode gerar problemas como: (a) o problema do *mix* de produtos; (b) ignorar o *cross-hauling*; e (c) o reducionismo, que serão abordados em seguida.

O problema do *mix* de produtos acontece quando o nível de agregação dos setores permite que produtos muito distintos possam ser agrupados em um mesmo setor, como é o caso do setor agrícola, que pode ter a mesma nomenclatura em duas regiões e, apesar disso, ser composto de produtos totalmente diferentes e tecnologias completamente distintas.

Com base em Isard (1998), a técnica de quociente locacional caracteriza os setores em uma região como orientados à exportação ou à importação. Se a região r é exportadora do bem i , assume-se que toda a necessidade do bem i em r é atendida localmente, ou seja, não há importação do bem i em r , por isso, ela não permite o *cross-hauling*.

Essa hipótese ignora, por exemplo, a existência da importação e da exportação de veículos por uma mesma região. Esse fato pode ocorrer frequentemente, já que existem veículos de vários modelos.

A técnica de quociente locacional simples, por alterar os coeficientes nacionais apenas para baixo, é considerada uma técnica “reducionista”. Espera-se que o coeficiente nacional seja uma média dos coeficientes regionais, por isso, se em algumas regiões $a_{ij}^{rr} < a_{ij}^n$, em outras seria esperado $a_{ij}^{rr} > a_{ij}^n$, e isso não ocorre.

Além disso, de acordo com Riddington, Gibson e Anderson (2006), para que a análise do quociente locacional seja acurada, algumas outras hipóteses devem ser consideradas: (1) a produção e o consumo nacionais devem ser balanceados, isto é, o país não pode ser nem um importador nem um exportador da *commodity* i ; (2) por problemas de disponibilidade de dados da produção setorial regional, na maioria das vezes, utilizam-se dados de emprego para construir os quocientes locacionais, por isso, a produtividade por trabalhador deve ser idêntica em cada região, de tal modo que a participação de uma região no emprego nacional represente a participação da região na produção nacional; (3) o consumo por trabalhador dos produtos da indústria i deve ser o mesmo, regional e nacionalmente.

Na tentativa de resolver ou minimizar alguns dos problemas anteriormente citados, outras extensões da técnica de quocientes locacionais foram desenvolvidas e serão abordadas nas próximas seções.

2.5.1.2. Quociente locacional baseado apenas em compras

A técnica do coeficiente locacional simples relaciona a capacidade de produção regional e nacional do setor i com a produção total da região e do país. Além disso, utiliza essa relação como uma *proxy* da capacidade da região em atender a demanda interna pelos produtos do setor i . Isso não parece coerente, devido ao fato de que alguns setores podem não utilizar os produtos do setor i como insumo e estão no cômputo geral de x^r e x^n .

Por isso, a variação do QL simples proposta pelo PLQ (*Purchases-only Local Quotients*) é utilizar como referência apenas os setores que utilizam como insumo os produtos do setor i , como segue:

$$PLQ_i^r = \left(\frac{x_i^r / x^{*r}}{x_i^n / x^{*n}} \right) \quad (2.68)$$

Em que x_i^r e x_i^n são, respectivamente, o produto regional e o nacional do setor i . E x^{*r} e x^{*n} são os produtos totais, regional e nacional, apenas dos setores que utilizam i como insumo.

O PLQ para um determinado setor i em uma região r relaciona as habilidades nacionais e regionais em ofertar um insumo do setor i , mas tomando como base apenas os setores que utilizam os produtos do setor i como insumo. Conforme Miller e Blair (2009), a ideia básica do PLQ é que, se o insumo do setor i não é utilizado pelo setor k , então o tamanho do setor k não é relevante para determinar se a região pode ofertar tudo o que precisa do insumo i .

2.5.1.3. Quocientes entre indústrias

O Quociente Entre Indústrias – CIQ é outra variante do quociente locacional. Essa variante permite diferentes modificações em uma dada linha da matriz nacional de coeficientes técnicos. Com essa técnica, é possível fazer ajustes célula por célula em A^n , ao invés de ajustes uniformes por toda a linha, como é o caso do QL simples.

$$CIQ_{ij}^r = \left(\frac{x_i^r / x_i^n}{x_j^r / x_j^n} \right) \quad (2.69)$$

Em que x_i^r e x_i^n são os produtos totais nacionais e regionais do bem i ; x_j^r e x_j^n são, respectivamente, os produtos regionais e nacionais do bem j .

O critério de ajuste para o coeficiente regional é:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (CIQ_{ij}^r) \cdot (a_{ij}^n) \dots se \dots (CIQ_{ij}^r < 1) \\ a_{ij}^n \dots se \dots (CIQ_{ij}^r \geq 1) \end{cases} \quad (2.70)$$

A ideia básica é que, se o produto regional de um setor i relativo ao produto nacional do setor i é maior do que o produto regional do setor j relativo ao produto nacional do setor j , isto é, $CIQ_{ij}^r > 1$, então todos os j setores que precisam do insumo i podem ser supridos dentro da região, caso contrário, o insumo precisa ser importado (MILLER E BLAIR, 2009).

Pode-se notar que, em um sistema setor x setor, o $CIQ_{ij}^r = LQ_i^r / LQ_j^r$ e $CIQ_{ij}^r = 1$ ao longo da diagonal principal, quando $i=j$. Logo, não são feitos ajustes nos coeficientes ao longo da diagonal principal. Essa é uma das críticas a essa técnica, por isso, muitas vezes, são utilizados os quocientes locacionais simples em vez do quociente entre indústrias ao longo da diagonal principal.

2.5.1.4. Os Quocientes Semilogarítmicos e suas variantes – FLQ e AFLQ

A técnica do QL simples relaciona o tamanho relativo do setor i na região com o do setor i nacionalmente, utilizando como ponderação a proporção que a produção total da região ocupa na produção total do país. Todavia, são consideradas apenas as vendas. Já a variação CIQ inclui ambos, compradores e vendedores, mas não pondera pela importância econômica relativa da região no país.

Na década de 1970, Jeffrey I. Round incluiu essas três medidas propondo o quociente semi-logarítmico – SLQ.

$$SLQ_{ij}^r = QL_i^r / \log_2 (1 + QL_j^r) \quad (2.71)$$

No entanto, para Miller e Blair (2009), as aplicações do SLQ falharam em demonstrar sua superioridade em relação ao QL simples ou ao CIQ.

Flegg et al. (1995) propuseram uma nova variação da técnica de quociente locacional baseada no CIQ e no SLQ. O chamado FLQ (*Flegg Local Quoefficient*) altera o CIQ_{ij}^r incorporando uma medida adicional λ para captar o tamanho relativo da região.

$$FLQ_{ij}^r = (\lambda) CIQ_{ij}^r \quad (2.72)$$

$$\text{Em que } \lambda = \left\{ \log_2 \left[1 + \left(x_E^r / x_E^n \right) \right] \right\}^\delta \quad (2.73)$$

Flegg et al. (1995) utilizam, em vez do tradicional valor da produção, o número de empregos de cada setor, por isso o subscrito E na Equação 2.73. Em que x_E^r e x_E^n são os totais de empregos do referido setor, respectivamente, na região e no país, e δ é um parâmetro entre zero e um, em que seu limite superior considera a região com dimensões próximas às nacionais e em seu limite inferior considera a região como muito pequena.

De acordo com Flegg et al. (1995) o parâmetro δ introduz um elemento de flexibilidade à função λ , para que sua assíntota inferior não seja limitada pelo valor arbitrário do $\log_2$, no entanto a decisão acerca do valor de δ é empírica. É possível notar que, quando $\delta=0$, o $FLQ_{ij}^r = CIQ_{ij}^r$.

O critério de ajuste do FLQ é muito parecido com os anteriores:

$$a_{ij}^{rr} = \left\{ \begin{array}{l} (FLQ_{ij}^r).(a_{ij}^n)...se...(FLQ_{ij}^r < 1) \\ a_{ij}^n.....se...(FLQ_{ij}^r \geq 1) \end{array} \right\} \quad (2.74)$$

A razão entre o número de empregos regional e nacional proporciona uma medida relativa do tamanho da região. A ideia geral de incluir o tamanho relativo da região na análise é diminuir o coeficiente nacional em uma proporção menor para regiões maiores, sob a hipótese de que regiões maiores importam menos.

Flegg et al. (2016) frisam a superioridade do FLQ em comparação com seus antecessores SLQ e CIQ. As duas principais características do FLQ são: (a) sua composição combinando duas indústrias, já que usa como base o CIQ; (b) a explícita importância dada ao tamanho da região. Nesse contexto, considerar o tamanho relativo das compras e vendas dos setores na região melhora o ajuste dos fluxos inter-regionais e ajuda a lidar com o problema do *cross-hauling*, que é provavelmente maior em regiões menores, pois estão mais sujeitas ao comércio inter-regional.

Para Miller e Blair (2009), o maior problema para se calcular o FLQ é a determinação do parâmetro δ . Não existe uma regra definida e depende, muitas vezes, da decisão do analista. Flegg et al. (2016) destacam ainda a importância desse parâmetro que, juntamente com o tamanho da região, determinam o ajuste do comércio inter-regional.

Até agora, todas as variações da técnica de QL apresentadas são reducionistas, ou seja, não permitem que o coeficiente técnico regional seja maior do que o nacional. Segundo Miller e Blair (2009), uma variante do FLQ foi desenvolvida no intuito de resolver esse problema, a chamada AFLQ (*Augmentation Flegg Local Quotient*).

$$AFLQ_{ij}^r = \begin{cases} [\log_2(1 + QL_j^r)] FLQ_{ij}^r \dots se \dots (QL_j^r > 1) \\ FLQ_{ij}^r \dots se \dots (QL_j^r \leq 1) \end{cases} \quad (2.75)$$

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (AFLQ_{ij}^r) \cdot (a_{ij}^n) \dots se \dots (QL_j^r > 1) \\ (FLQ_{ij}^r) a_{ij}^n \dots se \dots (QL_j^r \leq 1) \end{cases} \quad (2.76)$$

Flegg et al. (2016) estimaram uma matriz regional para a província argentina de Córdoba. Os autores utilizaram o FLQ e o AFLQ e compararam com os dados de uma estimação baseada em uma pesquisa já existente para a região. Nessa pesquisa, o AFLQ produziu resultados mais acurados que o FLQ, o que, para os autores, está alinhado com o resultado de pesquisas anteriores.

2.5.2. A técnica RAS e suas Variações CRAS e GRAS

De acordo com Isard (1998), o RAS é uma técnica de balanceamento inicialmente aplicada às matrizes insumo-produto na universidade de Cambridge, em uma pesquisa liderada pelo Professor Richard A. Stone. Essa técnica pode ser utilizada tanto para a atualização de matrizes quanto para a regionalização, a partir de dados nacionais.

Assume-se que a matriz regional será construída a partir dos coeficientes técnicos nacionais, isto é, será feito o ajuste das matrizes nacionais Z^{nat} ou A^{nat} para refletirem a tecnologia dentro de uma região.

Para a utilização do método, é necessário conhecer a matriz de coeficientes técnicos nacionais A^{nat} e alguns dados para cada setor da região L, como: (a) o Produto Bruto Regional X^L ; (b) o total de vendas intermediárias intrarregionais; (c) o total de compras intermediárias intrarregionais.

O total em (b) é a soma das linhas da matriz de transações intrarregionais, ainda não conhecida Z^{LL} , essa soma é, portanto, um vetor coluna aqui chamado de u^L . A diferença entre esse vetor e o total de produção bruta em (a) é a demanda final. Similarmente, o total em (c) é

a soma das colunas de Z^{LL} , resultando em um vetor linha chamado de v^L . A diferença entre esse vetor linha e o total em (a) é o valor adicionado e as importações.

A partir de Miller e Blair (2009), na ausência de informações mais específicas, pode-se considerar inicialmente que $A^{nat}=A^{LL}$. No entanto, isso deve ser confrontado com os vetores X^L , u^L e v^L . Um teste interessante é:

$$Z^{LL(1)} = A^{nat} \hat{X}^L \quad (2.77)$$

O sobrescrito (1) significa que é a primeira estimativa de Z^{LL} . Se a soma nas linhas de $Z^{LL(1)}$ for igual a u^L , o trabalho acabou. Significa que a matriz nacional reflete exatamente a matriz regional, no entanto, isso geralmente não acontece.

Suponha que a soma da primeira linha de $Z^{LL(1)}$, aqui chamada de $u_1^{L(1)}$, seja maior que u_1^L . Como X_1^L é conhecido, a opção é alterar os elementos da linha “1” da matriz de coeficientes técnicos nacionais A^{nat} . Reduz-se, então, esses coeficientes na mesma proporção, multiplicando os elementos a_{ij}^{nat} pela razão $r_i = u_i^L / u_i^{L(1)}$. Depois dessa correção em A^{nat} , a soma nas linhas de $Z^{LL(1)}$ se igualará ao vetor u^L .

No entanto, a soma nas colunas ainda não foi ajustada e, possivelmente, estará errada, então uma nova matriz $A^{(1)}$ precisa ser ajustada na coluna. O procedimento é o mesmo do ajuste das linhas. Se a soma das colunas $v^{L(1)}$ for diferente de v^L , utiliza-se um fator de ajuste $s_j^L = v_j^L / v_j^{L(1)}$

Logo, em termos matriciais, obtém-se uma nova matriz $A^{(2)}$, agora ajustada na coluna:

$$A^{(2)} = R^{(1)} A^{nat} S^{(1)} \quad (2.78)$$

Essa matriz $A^{(2)}$, agora ajustada na coluna, provavelmente não estará ajustada na linha. Por isso, o procedimento RAS é um método iterativo, em que as repetidas correções de linha e coluna, na maioria das vezes, fazem com que seus respectivos totais convirjam para os valores conhecidos u_i^L e v_i^L , obtendo assim uma estimativa da matriz Z^{LL} , inicialmente desconhecida.

De acordo com Míngues, Oosterhaven, Escobedo (2009), a ideia básica do RAS é mudar a estrutura de uma conhecida matriz, utilizada como base, o mínimo possível, isto é, minimizar a quantidade de informação adicionada à matriz base, de tal forma que apenas ajuste a matriz base aos totais de linhas e colunas já conhecidos da nova matriz.

As principais variações na aplicação do método RAS sugerem a adição de algumas restrições à variação de algumas células ou combinações de células da nova matriz estimada. Oosterhaven, Escobedo (2009) apresentam uma alternativa ao método RAS chamado de CRAS – *Cell-corrected RAS* – para situações em que haja uma série de matrizes disponíveis para vários

diferentes anos. O sugerido método leva em consideração o comportamento histórico das células da matriz que está sendo atualizada.

O método proposto pode ser utilizado tanto para atualização quanto para regionalização de matrizes e é operacionalizado em dois estágios. No primeiro estágio, os dados disponíveis ao longo dos diferentes anos são usados em uma abordagem RAS para estimar os parâmetros estatísticos e desvios entre a matriz projetada e a atual, obtendo-se assim os erros e_{ij}^k para cada período k conforme a Equação 2.79:

$$e_{ij}^k = \frac{z_{ij}^k}{\tilde{z}_{ij}^k} \quad (2.79)$$

Em que z_{ij}^k é o valor da referida célula na matriz base no ano k e $\tilde{z}_{ij}^k$ é seu valor obtido após o RAS. Posteriormente, podem-se calcular os dois primeiros momentos da distribuição, a saber, a média e o desvio-padrão, conforme a Equação 2.80:

$$\mu_{ij}^e = \frac{\sum_{k=1+t}^T e_{ij}^k}{T-t}; \sigma_{ij}^e = \frac{\sum_{k=1+t}^T (e_{ij}^k - \mu_{ij}^e)^2}{T-t-1}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n. \quad (2.80)$$

No segundo estágio, utilizando os parâmetros estatísticos estimados pela Equação 2.80, corrige-se a matriz projetada para $T+t$ pelo RAS. O CRAS modifica o RAS resolvendo o seguinte problema de otimização:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{e_{ij} - \mu_{ij}^e}{\sigma_{ij}^e} \right)^2, \quad (2.81)$$

Sujeito à

$$\sum_j e_{ij} \tilde{z}_{ij} = u_i; i = 1, \dots, m \quad (2.82)$$

$$\sum_i e_{ij} \tilde{z}_{ij} = v_j; j = 1, \dots, n \quad (2.83)$$

$$e_{ij} \geq 0; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (2.84)$$

Em que a função objetivo na Equação 2.81 minimiza a soma dos quadrados da diferença entre os desvios e seu valor histórico médio, obtido das observações, ponderado pelo inverso do seu desvio-padrão. As Equações 2.82 e 2.83 asseguram que os totais das linhas e das colunas

da matriz corrigida serão iguais aos valores já conhecido das linhas e colunas e a Equação 2.84 assegura que as células da matriz de insumo-produto permaneçam semipositivas.

Uma vez resolvido o problema de minimização apresentado nas Equações 2.80 a 2.84 e definidos os valores ótimos e_{ij}^* para todo ij , a solução do método CRAS ($\hat{z}_{ij}$) é obtida pela seguinte multiplicação:

$$\hat{z}_{ij} = e_{ij}^* \tilde{z}_{ij}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (2.85)$$

Míngues, Oosterhaven, Escobedo (2009) aplicaram o método CRAS em uma série temporal de matrizes insumo-produto para a Holanda no período entre 1968 e 1986. Segundo os autores, o método CRAS superou o RAS em projeções para períodos superiores a cinco anos. Essa conclusão, contudo, precisa ser qualificada no sentido de que o CRAS não supera o RAS quando, no período em que se deseja projetar, ocorre na economia uma mudança estrutural ou espacial sem precedentes históricos.

Outra variação do método RAS é proposta por Junius e Oosterhaven (2003). Essa variação é conhecida como RAS Generalizado - GRAS e resolve o problema existente quando se utiliza o RAS tradicional em matrizes insumo-produto que apresentam valores negativos.

O método RAS garante a minimização de perdas de informação em relação à matriz original A somente se a A apresentar apenas valores não negativos (JUNIUS & OOSTERHAVEN, 2003). Ao utilizar-se o RAS para a atualização ou regionalização de matrizes insumo-produto que contenham valores negativos, usualmente se retiram da matriz os valores negativos, aplica-se a técnica RAS e, posteriormente, retorna-se o valor negativo para a matriz. Desta forma, os valores negativos não interferem na análise.

Com base em Junius e Oosterhaven (2003), esse procedimento é insatisfatório, tanto em termos teóricos quanto empíricos. Nesse contexto, os referidos autores propõem uma alternativa para o procedimento usual, o GRAS. Nesse procedimento, os valores negativos não são ignorados, mas levados em consideração para potenciais contribuições em atualizações ou regionalizações de matrizes insumo-produto, o que será descrito em seguida¹⁴.

O problema de atualização ou de regionalização consiste em três elementos, os dados, o problema a ser resolvido e o modelo de programação que especifica o modelo matematicamente.

Os dados consistem em: (i) uma matriz A de dimensões $m \times n$; (ii) o vetor $u_0 = Ai$, isto é, a soma das linhas da matriz A ; e (iii) o vetor $v_0 = iA$, ou seja, a soma das colunas da matriz A .

¹⁴ Para uma abordagem mais detalhada do GRAS, ver Junius e Oosterhaven (2003).

Conforme já mencionado, nesse procedimento, a matriz A pode ter valores a_{ij} tanto negativos quanto não negativos.

Além disso, têm-se os vetores u diferentes de u_0 e v diferentes de v_0 , que são as novas somas de linhas e colunas que a matriz A original deve apresentar depois da aplicação do procedimento. Também, sabe-se que $iu=iv$.

O problema a ser solucionado é: encontrar uma nova matriz X de dimensões $m \times n$ que desvie o mínimo possível da matriz A original e satisfaça as condições de $Xi=u$ e $iX=v$. Como o objetivo é desviar o mínimo possível da matriz A original, de acordo com Temurshoev et al. (2011), o problema de minimização pode ser escrito como:

$$\begin{aligned} \min_{z_{ij}} f(z) &= \sum_i \sum_j |a_{ij}| \left(z_{ij} \ln \left(\frac{z_{ij}}{e} \right) + 1 \right) \\ \text{s.t. } \forall i: \sum_j a_{ij} z_{ij} &= u_i; \forall j: \sum_i a_{ij} z_{ij} = v_j \end{aligned} \quad (2.86)$$

Em que $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$ sempre que $a_{ij} \neq 0$ (para $a_{ij} = 0, z_{ij} = 1$); e é a base do logaritmo

natural. Observe que, do ponto de vista matemático, esse problema é uma minimização de funções estritamente convexas, restrito a um conjunto de condições de igualdade lineares. Portanto, é um problema de solução única.

O Lagrangeano associado a esse problema de minimização é:

$$L(Z, \lambda, \tau) = \sum_{(i,j) \in P} a_{ij} \left(z_{ij} \ln \left(\frac{z_{ij}}{e} \right) + 1 \right) - \sum_{(i,j) \in N} a_{ij} \left(z_{ij} \ln \left(\frac{z_{ij}}{e} \right) + 1 \right) + \sum_i \lambda_i \left(u_i - \sum_j a_{ij} z_{ij} \right) + \sum_j \tau_j \left(v_j - \sum_i a_{ij} z_{ij} \right) \quad (2.87)$$

Em que P é o conjunto de índices (ij) para $a_{ij} \geq 0$ e N é o conjunto de índices (ij) para $a_{ij} < 0$; λ_i e τ_j são multiplicadores de Lagrange. As condições de primeira ordem são:

$$z_{ij} = r_i s_j \quad \text{para } a_{ij} \geq 0 \quad (2.88)$$

$$z_{ij} = r_i^{-1} s_j^{-1} \quad \text{para } a_{ij} < 0 \quad (2.89)$$

Em que $r_i = e^{\lambda_i}$ e $s_j = e^{\tau_j}$ (essa situação sempre mantém $z_{ij} > 0$). No que tange às condições de otimização acima, de acordo com Temurshoev et al. (2011), o RAS é apropriado para elementos positivos, mas que necessitam ser substituídos por $(1/R)A(1/S)$ para elementos negativos. Aplicando as condições de primeira ordem, dadas as restrições do total de linhas e colunas, pode-se observar que o par de matrizes diagonais $\hat{r}$ e $\hat{s}$ é uma solução do sistema de equações não lineares.

$$\begin{aligned}
 (\hat{r}P\hat{s} - \hat{r}^{-1}N\hat{s}^{-1})i &= u \\
 i(\hat{r}P\hat{s} - \hat{r}^{-1}N\hat{s}^{-1}) &= v
 \end{aligned}
 \tag{2.90}$$

Em que:

$$p_{ij} = a_{ij} \text{ para } a_{ij} \geq 0, \text{ nas outras entradas } p_{ij} = 0;$$

$$n_{ij} = -a_{ij} \text{ para } a_{ij} < 0, \text{ nas outras entradas } n_{ij} = 0.$$

A matriz A original é $A=P-N$. A solução do sistema de Equações 2.90 é derivada iterativamente, utilizando uma fórmula para a raiz positiva da equação de segunda ordem¹⁵. Além disso, uma vez que $z_{ij} > 0$, o sinal de todos os elementos na matriz original A serão preservados na matriz projetada X . Note que, quando A for totalmente não negativa, $P=A$ e então o RAS Generalizado funcionará exatamente como o RAS tradicional.

Como no RAS original, os multiplicadores das linhas e das colunas têm um significado econômico. Os multiplicadores em $\hat{r}$ são interpretados como “fatores de substituição”, pois eles medem o grau em que um insumo é substituído, ou tem sido substituído, ao longo do tempo por outros insumos. O multiplicador das colunas $\hat{s}$, por outro lado, é conhecido como “fatores de fabricação”, uma vez que eles medem a extensão com que o produto em cada setor tem absorvido ao longo do tempo mais ou menos insumos intermediários em comparação aos insumos primários.

De acordo com Round (1983), a técnica RAS está mais próxima de um método de substituição do que de estimação e deve ser aplicada apenas em situações em que dados específicos de uma região são muito limitados ou não existem observações sobre os coeficientes, transações ou parâmetros de interesse.

Segundo Mcdougal (1999), na ausência de observações acerca dos coeficientes ou das transações, o método de alocação proporcional deve ser preferível a uma alteração arbitrária na linha ou na coluna de uma matriz. O argumento do autor não se refere à maior acurácia do método de alocação proporcional, mas ao fato de que mudanças arbitrárias podem gerar mecanismos espúrios.

Por exemplo, se for feita uma alteração arbitrária na estrutura de custos entre as indústrias, em um modelo que utiliza esses dados, uma queda no preço de um dado insumo leva a uma redução no custo relativo das indústrias que utilizam esse insumo intensivamente. Isso leva a outros efeitos, como uma mudança no padrão de exportações em direção ao produto das

¹⁵ Ver Junius e Oosterhaven (2003).

referidas indústrias que tiveram redução nos custos. No entanto, como a diferenciação na estrutura de custos foi arbitrária, esses efeitos serão em sua maioria espúrios.

Para a descrição da construção de um modelo IRIO, que é um dos objetivos da pesquisa, além das matrizes intrarregionais, cujas principais técnicas foram anteriormente descritas, são necessárias as matrizes inter-regionais, na maioria das vezes, mais raras do que as regionais, o que reforça a necessidade das técnicas não censitárias para a sua estimação (ISARD, 1998).

2.6. Estimação de fluxos inter-regionais

Na estimação dos fluxos inter-regionais, pode-se utilizar, entre outros métodos, a técnica de QL e suas variações ou os modelos gravitacionais. Essa seção traz o detalhamento do procedimento utilizado para as técnicas citadas.

2.6.1. Modelos gravitacionais

Para Isard (1998), nos modelos gravitacionais, a região é concebida como uma “massa” e estruturada de acordo com certos princípios. Esses princípios governam a amplitude do comportamento das partes individuais, limitando e incentivando suas ações. Dessa forma, as relações inter-regionais podem ser pensadas como interações entre massas, determinadas por princípios que governam a frequência e a intensidade dessas interações.

Segundo Miller e Blair (2009), a ideia básica na estimação de fluxos inter-regionais de insumo-produto pela técnica gravitacional é que o fluxo do bem i da região r para a região s pode ser encarado como uma função de: (a) alguma medida do produto total de i em r (x_i^r); (b) alguma medida das compras totais de i em s (x_i^s); (c) uma medida de impedância comercial entre as duas regiões, como a distância, o tempo de viagem ou o custo de transporte d^{rs} .

De acordo com Isard (1998), os modelos gravitacionais têm inspiração direta nas observações de Isaac Newton sobre a gravidade, que envolvem o produto de duas massas, divididas pelo quadrado da distância entre elas, ou mais genericamente:

$$z_i^{rs} = \frac{(b_i^r x_i^r)(c_i^s x_i^s)}{(d^{rs})^{e_i}} = k_i^{rs} \frac{x_i^r x_i^s}{(d^{rs})^{e_i}} \quad (2.91)$$

Em que b_i^r e c_i^s (ou k_i^{rs}) podem ser algum tipo de ponderação para as massas que o pesquisador julgue importantes, caso não tenha necessidade, podem assumir valor igual a um. O expoente e_i é um parâmetro que, na forma estritamente *newtoniana*, é igual a dois. No caso

das ciências sociais aplicadas, esse parâmetro pode variar de acordo com o tipo de impedância comercial utilizada pelo pesquisador.

A medida de “massa” regional pode ser população, produção de um determinado bem, número de empregos, metros quadrados, vendas no varejo e outros. Além disso, não precisa ser a mesma unidade de medida na origem e no destino. Para Isard (1998), pode haver inúmeros pares de combinação de atributos dos atores na origem e no destino.

A medida de impedância no relacionamento entre as duas regiões pode ser definida fisicamente como a distância em quilômetros. No entanto, podem-se utilizar outras medidas como o tempo de viagem ou uma combinação de quilômetros de distância e tempo de viagem.

Também, pode-se implementar uma distância econômica como o custo de transporte ou canais de comunicação ou uma distância social, política, ideológica ou psicológica, a depender dos objetivos da pesquisa.

De acordo com Ichihara (2008), é possível estimar os custos de transporte entre as regiões através de um sistema de informações geográficas e utilizá-los como fatores de atrito ou impedância comercial. No entanto, dois aspectos precisam ser considerados. O primeiro refere-se à heterogeneidade do modo de transporte e o segundo diz respeito a qual função e quais variáveis devem ser utilizadas na determinação dos custos.

Ainda no que diz respeito à impedância, para Isard (1998), ela pode assumir a forma de uma função potência como na Equação 2.91, ou exponencial como na Equação 2.92:

$$z_i^{rs} = k_i^{rs} \frac{x_i^r x_i^s}{\exp(e_i d^{rs})} \quad (2.92)$$

A função potência deriva dos modelos da física e se ajusta para a aplicação de vários estudos. Um problema da função potência é que, quando as regiões são muito próximas, e d^{rs} próximo de zero, a interação entre as duas regiões tende a ser sobrevalorizada.

Isard (1998) afirma que esse problema não está presente na função exponencial. Porém, existe uma grande discussão na literatura para estabelecer em que situação cada uma das formas funcionais é mais adequada.

Os modelos que utilizam a função exponencial para d^{rs} foram inicialmente estimulados por Wilson (1970). Esses modelos têm sido classificados como modelos de máxima entropia ou modelos de minimização de informação.

Desses modelos, tem emergido numerosas aplicações práticas, particularmente para situações em que existem limites nas interações, providos exogenamente pelo pesquisador. São os chamados modelos gravitacionais com restrições.

Para Ichihara (2008), a otimização entrópica descrita por Wilson (1970) é mais flexível, podendo ser ajustada conforme a disponibilidade dos dados. São definidos quatro casos, a depender das informações que compõe o modelo: (a) modelo sem restrição da oferta e da demanda; (b) modelo com restrição da oferta e demanda irrestrita; (c) modelo sem restrição na oferta e demanda restrita; (d) modelo com restrição da oferta e da demanda.

De acordo com Miller e Blair (2009), uma vantagem dos modelos gravitacionais é que eles permitem o *cross-hauling*, isto é, eles não classificam as regiões como orientadas à importação e exportação. Dessa forma, possibilitam que a região importe e exporte o mesmo bem. No entanto, não se pode dizer, *a priori*, que essa classe de modelos é superior aos anteriormente mencionados.

Para Round (1983), modelos gravitacionais, baseados em dados de transporte, são métodos não censitários tão apropriados quanto quaisquer extensões dos quocientes locais anteriormente expostos. Dessa forma, os modelos gravitacionais com restrição dupla nada mais são do que um procedimento RAS, gerando um possível conjunto de fluxos inter-regionais de comércio que satisfazem vetores de demanda e oferta regional baseada em uma matriz inicial, com alguma medida de impedância geográfica.

2.6.2. A estimação de fluxos inter-regionais utilizando QLs

Miller e Blair (2009) afirmam que a estimação de fluxos inter-regionais também pode ser feita utilizando o QL simples ou uma de suas variações anteriormente descritas. Inicialmente, será abordada uma lógica para duas regiões, posteriormente, essa lógica será estendida para mais do que duas regiões.

Iniciando com duas regiões r e s , os coeficientes técnicos intrarregionais podem ser estimados da forma tradicional do QL, a partir da matriz nacional:

$$a_{ij}^{rr} = \begin{cases} (QL_{ij}^r) \cdot (a_{ij}^n) \dots se \dots (QL_{ij}^r < 1) \\ a_{ij}^n \dots se \dots (QL_{ij}^r > 1) \end{cases} \quad (2.93)$$

Então, em um modelo de duas regiões, os fluxos inter-regionais de s para r podem ser estimados pela Equação:

$$a_{ij}^{sr} = \begin{cases} (1 - QL_{ij}^r) \cdot (a_{ij}^n) \dots se \dots (QL_{ij}^r < 1) \\ 0 \dots se \dots (QL_{ij}^r \geq 1) \end{cases} \quad (2.94)$$

Em termos numéricos, isso significa assumir a hipótese de que se, por exemplo, $QL_i^r = 0,65$, 35% a necessidade de insumo i pelos setores em r serão supridos com importação de s . Para a obtenção do sistema inter-regional completo, apenas repete-se para a região s o procedimento feito para a região r .

Em uma estimação com mais de duas regiões, a essência desse método é estimar uma sequência de modelos de duas regiões e, posteriormente, fazer um balanceamento do sistema insumo-produto pela técnica RAS, anteriormente descrita. Em um modelo de três regiões, pode-se seguir os cinco passos propostos por Miller e Blair (2009):

Inicialmente, considere um contexto de duas regiões em que r = região 1 e s = regiões 2 e 3 agregadas. Utiliza-se o coeficiente locacional para calcular $A^{rr} = [a_{ij}^{rr}]$ da forma usual, conforme a Equação 2.93, partindo de uma matriz nacional conhecida A^n . Então, os coeficientes de vendas intermediárias do resto da economia (regiões 2 e 3 agregadas) para r seriam:

$$A^{sr} = [a_{ij}^{sr}] \Rightarrow a_{ij}^{sr} = a_{ij}^n - a_{ij}^{rr} \quad (2.95)$$

Similarmente, encontra-se $A^{ss} = [a_{ij}^{ss}]$ (em que s representa as regiões 2 e 3 agregadas). As vendas intermediárias da região r para o resto da economia A^{rs} são encontradas pela subtração $a_{ij}^{rs} = a_{ij}^n - a_{ij}^{ss}$. O resultado desse primeiro passo é:

$$\begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix} \quad (2.96)$$

O Segundo passo sugere que se repita esse procedimento para cada uma das possíveis partições em duas regiões, isto é, (a) $r = 2$ e $s = 1$ e 3 agregadas e (b) $r = 3$ e $s = 1$ e 2 agregadas.

Ao repetir o processo, considerando que os valores com sobrescrito “~” significam “o resto da economia” (no presente caso, a agregação das duas regiões restantes), será possível construir os seguintes fluxos, à exceção das matrizes que estão dentro dos retângulos:

$$\begin{bmatrix} A^{11} & \boxed{A^{12}} & \boxed{A^{13}} & A^{1\tilde{1}} \\ \boxed{A^{21}} & A^{22} & \boxed{A^{23}} & A^{2\tilde{2}} \\ \boxed{A^{31}} & \boxed{A^{32}} & A^{33} & A^{3\tilde{3}} \\ A^{\tilde{1}1} & A^{\tilde{2}2} & A^{\tilde{3}3} & \end{bmatrix} \quad (2.97)$$

O Terceiro passo é a conversão dos coeficientes técnicos em fluxos de comércio Z , utilizando os produtos totais X_i^1 , X_i^2 e X_i^3 , conhecidos para cada setor em cada região. Utilizando a região 1 como exemplo:

$$\begin{bmatrix} A^{11} & A^{1\tilde{1}} \\ A^{\tilde{1}1} & A^{\tilde{1}\tilde{1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{X}^1 & 0 \\ 0 & \hat{X}^{\tilde{1}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z^{11} & Z^{1\tilde{1}} \\ Z^{\tilde{1}1} & Z^{\tilde{1}\tilde{1}} \end{bmatrix} \quad (2.98)$$

A nova matriz de fluxo de comércio assumiria a seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} Z^{11} & \boxed{Z^{12}} & \boxed{Z^{1\tilde{1}}} & Z^{1\tilde{1}} \\ \boxed{Z^{21}} & Z^{22} & \boxed{Z^{2\tilde{1}}} & Z^{2\tilde{1}} \\ \boxed{Z^{31}} & \boxed{Z^{32}} & Z^{33} & Z^{3\tilde{1}} \\ Z^{\tilde{1}1} & Z^{\tilde{1}2} & Z^{\tilde{1}3} & Z^{\tilde{1}\tilde{1}} \end{bmatrix} \quad (2.99)$$

No entanto, os valores dentro dos retângulos ainda não seriam conhecidos.

O Quarto passo é o preenchimento dos valores dentro dos retângulos com algum valor inicial para ser posteriormente balanceado pelo método RAS. Nessa estimativa, utilizou-se uma hipótese bastante simples para uma estimativa inicial das matrizes de comércio inter-regional que é $Z^{21} = Z^{31} = 0,5(Z^{\tilde{1}1})$.

O Quinto e último passo é então zerar os valores já conhecidos da diagonal principal, dado que as linhas e as colunas da margem são responsáveis apenas pelos fluxos inter-regionais. E, posteriormente, utilizar a técnica RAS, já descrita anteriormente, para o balanceamento da matriz, ou seja, fazer com que os totais das linhas e das colunas convirjam para os valores iniciais conhecidos.

2.7. Algumas experiências atuais

Devido à dificuldade em obterem-se os dados necessários para a construção das matrizes inter-regionais e a consequente necessidade de utilizarem-se métodos não censitários, a construção de matrizes insumo-produto inter-regionais continua sendo objeto de várias pesquisas. Nesse contexto, a presente seção aborda alguns trabalhos recentes que se propuseram a construir sistemas regionais e inter-regionais de insumo produto em condições de informação limitada, bem como a comparação entre os métodos utilizados.

As três abordagens utilizadas para a construção de sistemas inter-regionais de insumo-produto descritas a seguir referem-se a metodologias que serão citadas nos capítulos subsequentes, seja como base para desenvolvimento dos métodos aplicados, seja como sugestão para melhoria na estimação dos métodos utilizados.

Haddad et al. (2016) desenvolveram um sistema inter-regional de insumo-produto para a Colômbia como parte de um projeto de atualização do modelo computável de equilíbrio geral para o país.

Foram utilizados dados das contas nacionais e regionais colombianas para o ano de 2012. Basicamente, esses dados consistem nas matrizes de produção e de usos em nível nacional

(*Supply and Use Table* – SUT) e dados de valor bruto de produção, valor adicionado, renda do trabalho e emprego por setores em nível regional.

O primeiro passo foi estimar a matriz insumo-produto para o país como um todo, utilizando a matriz de produção e usos. O principal objetivo desse procedimento é transformar os fluxos econômicos da SUT, que estão em valores de mercado, em fluxos econômicos a preços básicos. Para isso, os autores adaptaram a metodologia utilizada por Guilhoto e Sesso Filho (2005a).

A estrutura nacional de 61 setores foi agregada em sete setores e cada setor oferta um único produto (*commodity*), no intuito de confrontar com a estrutura de setores em nível regional. Posteriormente, desagregaram-se os dados nacionais em 33 regiões colombianas. A Equação 2.100 descreve a identidade macroeconômica regional e define o produto bruto regional como:

$$GRP = C + I + (X - M)ROW + (X - M)DOM \quad (2.100)$$

O produto bruto de produção regional (*GRP*) é a soma do consumo das famílias (*C*); a demanda por investimento (*I*); os gastos do governo (*G*); o saldo líquido do comércio internacional $(X-M)ROW$; e o saldo líquido do comércio entre as regiões $(X-M)DOM$.

Os autores utilizaram a participação regional no total nacional de algumas variáveis específicas para calcular o valor regional de alguns componentes da Equação 2.100. (i) Para o Consumo das famílias, utilizou-se a renda do trabalho; (ii) para o Investimento, utilizou-se o emprego do setor da construção civil; (iii) para o consumo do governo, utilizou-se o valor adicionado do setor de administração pública, obtido das contas regionais colombianas.

O processo de construção da matriz inter-regional colombiana baseou-se nos modelos multirregionais de Chenery-Moses apresentado por Chenery (1953) e Moses (1955). Nessa abordagem, assume-se em cada região o mesmo *mix* de produtos para os diferentes usuários (produtores, investidores, famílias e governo) apresentados na matriz nacional colombiana. No entanto, a estrutura de custos setoriais e a geração de valor adicionado podem ser diferentes entre as regiões.

Nesse contexto, segundo o método utilizado por Haddad et al. (2016), para um dado usuário, por exemplo, o setor agrícola, o *mix* de insumos intermediários será o mesmo em termos de sua composição, mas será diferente no que diz respeito às fontes regionais de oferta, considerando as 33 regiões do modelo e mais as importações internacionais. Para desagregar a origem de cada produto, no intuito de capturar a estrutura de interação espacial da economia colombiana, estimam-se matrizes de comércio para cada produto.

Para a construção das matrizes de comércio, os autores inicialmente estimaram a oferta total (*output*) para cada setor e cada região, excluindo a exportação para os outros países, esse procedimento baseou-se nas contas regionais fornecidas pelo Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Então, para cada região, obtiveram-se informações do total de vendas de cada *commodity* para o mercado doméstico.

Posteriormente, estimou-se a demanda total em cada região, para cada setor. Para isso, assumiu-se que os respectivos usuários (produção intermediária, investimento, famílias, governo) seguiram o padrão nacional. Com os valores regionalizados da produção intermediária, investimento, demanda das famílias e demanda do governo, os autores estimaram a “demanda total inicial” para cada produto em cada região. Desses valores, foi deduzida a demanda por importados, o resultado foi a demanda doméstica total por produtos colombianos. Esse valor foi ajustado de forma que, para cada produto, a soma da demanda de todas as regiões se igualasse a oferta total das regiões.

Com as informações de oferta e demanda, o próximo passo foi estimar, para cada produto c , matrizes de comércio (33x33) representando as transações de cada produto entre origem e destino. Baseado na metodologia descrita por Dixon e Rimmer (2004), seguindo os passos:

(i) Para as células da diagonal principal a Equação 2.101:

$$SCHIN(c, d, d) = \text{Min} \left\{ \frac{\text{Supply}(c, d)}{\text{Demand}(c, d)} \right\} * F(c) \quad (2.101)$$

(ii) Para as células fora da diagonal principal a Equação 2.102:

$$SCHIN(c, o, d) = \left\{ \frac{1}{\text{Dist}(o, d)} \cdot \frac{\text{Supply}(c, o)}{\sum_{k=1}^{33} \text{Supply}(c, k)} \right\} * \left\{ \frac{1 - SHIN(c, d, d)}{\sum_{k=1}^{33} \left[\frac{1}{\text{Dist}(j, d)} \cdot \frac{\text{Supply}(c, j)}{\sum_{k=1}^{33} \text{Supply}(c, k)} \right]} \right\} \quad (2.102)$$

Em que c se refere a cada produto (*commodity*); o e d se referem respectivamente às regiões de origem e destino; a variável $\text{Dist}(o, d)$ é a distância entre as regiões de origem e destino; $F(c)$ é um fator que mede a capacidade de comercialização de cada produto. Para os produtos com menor capacidade de comercialização, é utilizado $F(c)$ próximo da unidade, como é o caso dos setores de Construção e Administração Pública em que os autores utilizaram $F(c)=0,95$. Para produtos relacionados ao setor de transporte e outros serviços, utilizou-se $F(c)=0,80$. Já para produtos relacionados aos setores de Agricultura, Mineração e Indústria,

geralmente considerados com maior potencial de comercialização, os autores utilizaram $F(c)=0,5$.

A soma das colunas das matrizes de comércio geradas a partir das equações anteriormente mencionadas é 1. O que essas matrizes mostram é a proporção da oferta de cada região na demanda de um produto específico para cada região de destino.

Uma vez essas proporções calculadas, distribui-se então a demanda dos produtos c por região d entre as colunas correspondentes da matriz *SHIN*. Depois de adotado esse procedimento, é necessária a utilização da técnica *RAS* para o balanceamento da matriz no que diz respeito aos totais de oferta e demanda.

A partir dos procedimentos descritos anteriormente, obtém-se o quanto cada região demanda das demais regiões em cada produto, mas não se sabe que setor, na região de destino, adquiriu o produto. Para resolver essa questão, utiliza-se novamente uma hipótese baseada no modelo multirregional de Chenery-Mosses, em que a participação regional na oferta de cada produto utilizada por cada setor dentro da região é a mesma, ou seja, se a região A importa 30% dos produtos agrícolas da região B, então, todos os setores dentro da região A, que utilizam produtos agrícolas, irão demandar 30% dos produtos agrícolas da região B.

Após a estimação do sistema inter-regional para a Colômbia, Haddad et al. (2016) utilizam o sistema estimado para analisar a estrutura da economia colombiana, principalmente no que se refere aos fluxos inter-regionais de comércio.

Tobben e Kronenberg (2015) também propõem um método de regionalização conhecido como *Cross-hauling adjusted regionalization method* (CHARM¹⁶). O principal objetivo dos autores é discutir como o método CHARM, originalmente desenvolvido para matrizes regionais com uma única região, pode ser aplicado em sistemas multirregionais.

O método CHARM é explicitamente designado para matrizes insumo-produto do tipo *E*. A diferença básica entre as matrizes do tipo *B* e do tipo *E* consiste no tratamento dado às importações de outros países. Nas matrizes do tipo *B*, todas essas importações são registradas como um vetor linha, próximo ao final da matriz, conforme são tradicionalmente estimadas as matrizes insumo-produto nacionais e inter-regionais pelo Nucleo de Estudos Regionais e Urbanos da Universidade de São Paulo - NEREUS. Já nas matrizes do tipo *E*, a matriz *Z* de demanda intermediária inclui as fontes regionais, bem como as importações de outros países¹⁷.

¹⁶ A primeira versão desse método foi apresentada por Kronenberg (2009).

¹⁷ Segundo Tobben e Kronenberg (2015), os cientistas regionais preferem as matrizes do tipo B, pois eles estão particularmente interessados no produto e no emprego regional. Já os economistas que estudam ecologia frequentemente preferem matrizes do tipo E para estudos de impacto ambiental.

A hipótese básica do CHARM é calcular a participação da ocorrência de *cross-hauling* em nível nacional e aplicar essa participação para o comércio entre regiões de um mesmo país. Kronenberg (2009) justifica essa hipótese baseado no fato de que a principal fonte de ocorrência de *cross-hauling* é a heterogeneidade do produto e não uma característica regional.

Para fins ilustrativos, Tobben e Kronenberg (2015) apresentam uma aplicação do método CHARM em um contexto multirregional (MRIO) para três regiões (q, r, s). No entanto, essa aplicação pode ser generalizada para n regiões, caso necessário.

O método se propõe a estimar apenas as áreas sombreadas da Figura 2.4, presume-se que os valores das áreas não sombreadas já são conhecidos ou foram estimados por outro método.

Figura 2.4: Matriz Multirregional do Tipo E

		Região q	Região r	Região s	Demanda Final	Exportação				Total
		$1 \dots n$	$1 \dots n$	$1 \dots n$		q	r	s	RM	
Região q	1	$z_{11}^q \dots z_{1n}^q$			d_1^q	0	t_1^{qr}	t_1^{qs}	e_1^q	u_1^q
	$\vdots$	$\vdots \quad \ddots \quad \vdots$			$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	m	$z_{m1}^q \dots z_{mn}^q$			d_m^q	0	t_m^{qr}	t_m^{qs}	e_m^q	u_m^q
Região r	1		$z_{11}^r \dots z_{1n}^r$		d_1^r	t_1^{rq}	0	t_1^{rs}	e_1^r	u_1^r
	$\vdots$		$\vdots \quad \ddots \quad \vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	m		$z_{m1}^r \dots z_{mn}^r$		d_m^r	t_m^{rq}	0	t_m^{rs}	e_m^r	u_m^r
Região s	1			$z_{11}^s \dots z_{1n}^s$	d_1^s	t_1^{sq}	t_1^{sr}	0	e_1^s	u_1^s
	$\vdots$			$\vdots \quad \ddots \quad \vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	m			$z_{m1}^s \dots z_{mn}^s$	d_m^s	t_m^{sq}	t_m^{sr}	0	e_m^s	u_m^s
Valor Adicionado		$v_1^q \dots v_n^q$	$v_1^r \dots v_n^r$	$v_1^s \dots v_n^s$						
Produção Total		$x_1^q \dots x_n^q$	$x_1^r \dots x_n^r$	$x_1^s \dots x_n^s$						
Importação	q	0 $\dots$ 0	$t_1^{qr} \dots t_n^{qr}$	$t_1^{qs} \dots t_n^{qs}$						
	r	$t_1^{rq} \dots t_n^{rq}$	0 $\dots$ 0	$t_1^{rs} \dots t_n^{rs}$						
	s	$t_1^{sq} \dots t_n^{sq}$	$t_1^{sr} \dots t_n^{sr}$	0 $\dots$ 0						
	RM	$m_1^q \dots m_n^q$	$m_1^r \dots m_n^r$	$m_1^s \dots m_n^s$						
Oferta total		$s_1^q \dots s_n^q$	$s_1^r \dots s_n^r$	$s_1^s \dots s_n^s$						

Fonte: adaptado de Tobben e Kronenberg (2015).

A Figura 2.4 é construída para n setores e m produtos. Nessa abordagem, t é o comércio entre as regiões (q, r, s); e e m são respectivamente as exportações e as importações para o resto do mundo; u é o total de uso; e s é a oferta total.

Inicialmente, Tobben e Kronenberg (2015) sugerem que sejam estimadas as importações e exportações de cada região para o resto do mundo. Alguns países disponibilizam esses dados em nível regional, no entanto, segundo os autores, uma simples alternativa pode ser assumir que as importações são proporcionais ao total da demanda doméstica e as exportações proporcionais ao produto doméstico. Cada uma dada região r , conforme as Equações 2.103 e 2.104, respectivamente, para as importações e as exportações:

$$m_i^r = m_i^n \frac{z_{i.}^r + d_i^r}{z_{i.}^n + d_i^n} \quad (2.103)$$

$$e_i^r = e_i^n \frac{x_i^r}{x_i^n} \quad (2.104)$$

Em que m_i^r é a importação regional; m_i^n é a importação nacional do setor i ; $z_{i.}^r$ é a demanda intermediária do setor i na região r ; $z_{i.}^n$ é a demanda intermediária do setor i nacionalmente; d_i^r é a demanda final do setor i na região r ; e d_i^n é a demanda final do setor i nacionalmente; e_i^r são as exportações regionais; e_i^n são as exportações nacionais; e x_i^r e x_i^n são respectivamente a produção bruta total regional e nacional.

Conforme já mencionado, nessa abordagem, o consumo intermediário e o final compreendem as compras inter-regionais, bem como as importações do resto do país e do resto do mundo. Na intenção de balancear o total de uso com o total ofertado, as importações são contadas duas vezes, indiretamente no consumo intermediário e final, e diretamente, como um vetor linha, conforme pode ser observado na Figura 2.4.

De acordo com Tobben e Kronenberg (2015), para cada produto, o método *CHARM* fornece o total de exportações inter-regionais e o total de importações regionais (q , r , s), como apresentado na Figura 2.5 a matriz Origem-destino. O termo sobrescrito “*roc*” significa (*rest of the country*).

Figura 2.5: Matriz Origem-Destino estimada pelo método CHARM

	<i>Region q</i>	<i>Region r</i>	<i>Region s</i>	<i>Total</i>
<i>Region q</i>	0	t_i^{qr}	t_i^{qs}	t_i^{qroc}
<i>Region r</i>	t_i^{rq}	0	t_i^{rs}	t_i^{rroc}
<i>Region s</i>	t_i^{sq}	t_i^{sr}	0	t_i^{sroc}
<i>Total</i>	t_i^{rocq}	t_i^{rocr}	t_i^{rocs}	$\sum_p t_i^{proc} = \sum_p t_i^{rocp}$

Fonte: Tobben e Kronenberg (2015).

Os elementos sombreados serão estimados. Pressupõe-se que os elementos não sombreados já são conhecidos. Seguindo a estrutura proposta pelos autores, o próximo passo consiste na estimação das importações e exportações totais de cada região.

Para isso, inicialmente, estima-se o *cross-hauling* regional, partindo da hipótese inicial de que o *cross-hauling* inter-regional é igual ao nacional. A Equação 2.105 apresenta o *cross hauling* nacional:

$$q_i^n = (e_i^n + m_i^n) - |e_i^n - m_i^n| \quad (2.105)$$

Em que q_i^n é o *cross hauling* nacional observado; e_i^n são as exportações nacionais do setor i ; e m_i^n são as importações nacionais do setor i . A Equação 2.106 mostra a participação do *cross hauling* nacional observado no potencial de *cross hauling* nacional.

$$h_i^n = \frac{q_i^n}{2 \min(x_i^n; z_i^n + d_i^n)} \quad (2.106)$$

Em que h_i^n é a participação do *cross hauling* nacional observado no potencial de *cross hauling* nacional; x_i^n é o total de produção nacional do setor i ; z_i^n é a demanda intermediária nacional do setor i ; d_i^n é a demanda final nacional do setor i .

Considerando a hipótese básica do modelo, isto é, $h_i^{nacional} = h_i^{regional}$, da perspectiva da região q , pode-se calcular o *cross hauling* regional considerando ($r + s = roc$) utilizando a Equação 2.107:

$$\tilde{q}_i = 2h_i^{regional} \min(x_i^q - e_i^q; z_i^q + d_i^q - m_i^q; x_i^{roc} - e_i^{roc}; z_i^{roc} + d_i^{roc} - m_i^{roc}) \quad (2.107)$$

O total inter-regional de importação e exportação da região q pode ser calculado utilizando as Equações 2.108; 2.109:

$$t_i^{qroc} = \frac{\tilde{q}_i + |\tilde{b}_i^q| + \tilde{b}_i^q}{2} \quad (2.108)$$

$$t_i^{rocs} = \frac{\tilde{q}_i + |\tilde{b}_i^{rocs}| - \tilde{b}_i^{rocs}}{2} \quad (2.109)$$

$$\text{Em que } \tilde{b}_i^q = -\tilde{b}_i^{rocs} = (x_i^q - e_i^q) - (z_i^q + d_i^q - m_i^q).$$

Dessa forma, é possível calcular o fluxo inter-regional para as regiões (q,r,s) considerando as duas regiões restantes como o resto do mundo (roc). As estimações do comércio regional bruto a partir das referidas equações são consistentes no que diz respeito à soma das importações regionais do resto do país ser igual à soma das exportações regionais para o resto do país, como se pode constatar na Figura 5.

De acordo com Tobben e Kronenberg (2015), para desagregar os fluxos inter-regionais aqui chamados de *roc* (*rest of the country*) em regiões específicas (q,r,s) , isto é, para calcular os fluxos do sistema inter-regional fora das matrizes que compõem a diagonal principal, normalmente, utilizam-se métodos como os modelos gravitacionais ou outros modelos de interação espacial, para se obter as estimativas iniciais e, posteriormente, utiliza-se um método bi-proporcional como RAS para ajustar o valor das linhas e das colunas.

Os autores propõem aqui outra maneira para a obtenção das estimativas iniciais, alocando as importações do restante do país, para suas regiões de origem, de acordo com a participação no mercado no total das exportações nacionais (exceto da região que está importando). Assumindo que o efeito da distância no comércio pode ser ignorado, os fluxos regionais iniciais da região r para a região s pode ser estimado pela Equação 2.110:

$$t_i^{rs} = \frac{t_i^{rocs}}{\sum_p t_i^{qroc} - t_i^{sroc}} \quad (2.110)$$

Nessa abordagem, as exportações regionais podem ser vistas como uma contribuição das regiões para um “*pool*” de *commodities* disponíveis para compras regionais. As participações de outras regiões nesse “*pool*” são então utilizadas para alocar o total inter-regional de importações de uma região específica para suas regiões de origem.

Após a explicação do método, os autores realizam uma aplicação utilizando como base para comparação uma matriz do estado alemão de Baden-Wurttemberg. Os autores constatarem que a hipótese básica do método em que o *cross-hauling* regional é igual ao nacional subestima o *cross-hauling* regional, capturando apenas metade desse efeito regionalmente.

Flegg et al. (2016) utilizam uma matriz insumo-produto construída para a província de Córdoba, na Argentina, a partir de dados primários, coletados de uma pesquisa feita especificamente para a referida região, no intuito testar empiricamente o desempenho do Quociente Locacional Simples (QL), do Quociente Locacional entre Indústrias (CIQ); do Quociente Locacional de Flegg (FLQ) e do Coeficiente Locacional de Flegg Aumentado (AFQL) na regionalização da matriz nacional da Argentina.

Para Flegg et al. (2016), as técnicas de regionalização baseadas nos Quocientes Locacionais (QL) oferecem uma maneira direta e barata para a regionalização de matrizes insumo-produto nacionais. No entanto, mesmo muito utilizada, a técnica do QL simples e algumas de suas variações são conhecidas por subestimar o comércio regional, principalmente por não considerar a existência de *cross-hauling*.

O FLQ foi proposto por Flegg et al. (1995) na tentativa de capturar a extensão completa das importações regionais de outras regiões. Com o FLQ, os referidos autores postularam uma relação inversa entre o tamanho da região e sua propensão a importar de outras regiões. Já o AFLQ foi inicialmente proposto por Flegg e Weber (2000) e avança em relação ao FLQ por considerar a especialização regional. As Equações (2.72) e (2.75), já apresentadas anteriormente, descrevem respectivamente o FLQ e o AFLQ.

A província de Córdoba está localizada na região norte da Argentina e é responsável por 8,3% do produto bruto e 7,9% do emprego nacional. De acordo com Flegg et al. (2016) a província apresenta diversidade econômica e suas indústrias mais importantes são Agricultura, Pecuária, Motores de Veículos e Processamento de Alimentos.

Segundo Flegg et al. (2016), uma matriz insumo-produto (124x124) foi desenvolvida pelo *Centro de Estudios Bonaerenses* – CEB – para a província de Córdoba em 2003. No intuito de determinar as fontes dos insumos e o produto bruto, aplicou-se um extensivo *survey* nas companhias para os setores considerados chaves. Esses setores foram escolhidos informalmente, baseados no percentual da produção nacional. A amostra foi baseada no censo econômico de 1994, que foi utilizado para encontrar as companhias mais importantes em cada setor. Ponderações, a partir do referido censo, foram utilizadas para dimensionar os dados do *survey* e incorporar as companhias e os setores não cobertos pelo *survey*.

Na reconciliação dos dados para os setores individuais, a oferta e a demanda setorial foram estimadas. Muitos desequilíbrios foram evidentes, então, dados menos confiáveis foram substituídos por dados de melhor qualidade. Dados referentes à oferta foram fornecidos pelo *Dirección General de Estadísticas y Censos* e pelo *Ministerio de Economía de Córdoba*. A demanda foi estimada via *surveys* das companhias, via pesquisa dos gastos dos consumidores e pelos dados das Exportações, ambos do *Instituto Nacional de Estadísticas e Censos* – INDEC.

Dados sobre o Consumo do Governo e transferências para as famílias foram coletados junto ao governo através de seus programas de saúde e da *Administración Nacional de Seguridad Social* e por organizações sem fins lucrativos relacionadas às famílias.

Os dados de importações do restante do país e do restante do mundo foram coletados via *survey* nas companhias, feito pelo CEB. Os impostos líquidos dos subsídios e as margens de comércio e transporte foram obtidos através de órgãos fiscais nacionais e regionais e de pesquisas de margem de comércio, respectivamente.

A compatibilização entre a matriz insumo-produto estimada para Córdoba e a matriz nacional da Argentina também apresentou alguns problemas: (i) a matriz nacional mais recente era para o ano de 1997 e a de Córdoba para 2003. Por isso, estabeleceu-se a hipótese de que os coeficientes nacionais permaneceram constantes no período entre 1997 e 2003; (ii) a matriz de Córdoba estava a preços básicos enquanto a nacional estava a preços do produtor, ajustou-se então a matriz nacional a preços básicos deduzindo-se os impostos e adicionando-se os subsídios; (iii) a matriz nacional estava agregada em 30 setores ao invés dos 124 da matriz construída para Córdoba. Por isso, as transações tanto para Córdoba quanto para Argentina foram agregadas em 30 setores correspondentes.

Posteriormente, através do Quociente Locacional Simples, identificou-se que dois dos 30 setores tinham pouca representatividade em Córdoba, desta forma, agregaram-se os mesmos a outros setores da economia e, finalmente, a matriz nacional e a de Córdoba foram compatibilizadas em 28 setores correspondentes.

Flegg et al. (2016) iniciaram então o processo de regionalização da matriz nacional da Argentina. Inicialmente, a matriz nacional (28x28) foi transformada em uma matriz de coeficientes de insumo, a partir da matriz de coeficientes técnicos de insumo, utilizaram as técnicas de: (i) Quociente Locacional Simples (QL), conforme a Equação 2.66; (ii) Quocientes entre Indústrias (CIQ), conforme a Equação 2.69; (iii) Quocientes Locacionais de Flegg (FLQ),

conforme a Equação 2.72; e (iii) Coeficiente Locacional de Flegg Aumentado (AFLQ)¹⁸, conforme a Equação 2.75.

Após a estimação das matrizes regionais pelos referidos métodos, foram utilizadas algumas técnicas de comparação para os coeficientes técnicos de insumo e para os multiplicadores obtidos:

$$STPE = 100 \frac{\sum_{ij} |\hat{r}_{ij} - r_{ij}|}{\sum_{ij} r_{ij}} \quad (2.111)$$

$$WMAE = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_j w_j \sum_i |\hat{r}_{ij} - r_{ij}| \quad (2.112)$$

$$\tilde{U}^S = \{sd(\hat{r}_{ij}) - sd(r_{ij})\}^2 \quad (2.113)$$

$$\tilde{U}^M = \{m(\hat{r}_{ij}) - m(r_{ij})\}^2 \quad (2.114)$$

$$U = 100 \sqrt{\frac{\sum_{ij} (\hat{r}_{ij} - r_{ij})^2}{\sum_{ij} r_{ij}^2}} \quad (2.115)$$

Em que $\hat{r}_{ij}$ é o coeficiente técnico de insumo estimado a partir da matriz insumo-produto nacional, regionalizada para Córdoba utilizando as técnicas anteriormente mencionadas; r_{ij} é o valor correspondente desse coeficiente derivado da matriz de Córdoba, estimada a partir do *survey* no ano de 2003. STPE¹⁹ e WMAE denotam o erro percentual padronizado e o erro médio absoluto ponderado, respectivamente. w_{ij} é a proporção do produto regional total produzido pelo setor j ; $\tilde{U}^S$ e $\tilde{U}^M$, com $m()$ sendo a média e $sd()$ sendo o desvio-padrão, são componentes do erro médio quadrado. Todos esses elementos são incluídos para avaliar o quão distante a matriz estimada por cada método de regionalização da matriz nacional (QL, FQL, AFQL) está da matriz de Córdoba construída a partir do *survey* para o ano de 2003. Além disso, utilizou-se também o *T de Theil*, que é um conhecido índice de desigualdade, esse índice tem a vantagem de englobar em sua análise os problemas causados por vieses e variância.

¹⁸ O valor estabelecido para o parâmetro δ será tratado posteriormente.

¹⁹ Outras estatísticas de comparação serão abordadas na seção 2.6.

A partir de Flegg et al. (2016), os resultados mostraram que, no que tange aos coeficientes técnicos de insumos, o FLQ superou o QL em todas as estatísticas de comparação, ou seja, a matriz estimada pelo FLQ mostrou-se mais próxima da matriz construída a partir do *survey* do que a matriz estimada pelo QL, embora de maneira não muito convincente. O CIQ mostrou-se o menos acurado dos três métodos, embora tenha tido um bom desempenho em termos de WMAE.

Os autores também compararam os resultados do FLQ e do AFLQ. Os resultados mostraram que, no que diz respeito ao STPE e ao U, o AFLQ mostrou-se mais acurado que o FLQ, enquanto que o WMAE mostrou resultados praticamente idênticos. Para o $\tilde{U}^s$ e $\tilde{U}^M$, os resultados foram conflitantes.

A mesma análise comparativa feita para os coeficientes técnicos de insumo foi feita em termos de multiplicadores. Para essa análise, utilizaram-se todas as técnicas de comparação anteriores apresentadas nas Equações 2.111 a 2.115 mais o Erro Percentual médio – MPE:

$$MPE = \left(\frac{100}{28} \right) \sum_j \left(\frac{\hat{k}_j - k_j}{\sum_j k_j} \right) \quad (2.116)$$

Em que $\hat{k}_j$ é o multiplicador de produção para o setor j das matrizes estimadas pela regionalização da matriz nacional (soma das colunas da inversa de Leontief) e k_j é o mesmo multiplicador para o setor j da matriz construída para Córdoba para o ano de 2003 através do *survey*. O MPE denota o erro médio percentual entre os multiplicadores das duas matrizes. Essa estatística foi adicionada por oferecer uma maneira conveniente de mensurar a quantidade de viés existente na matriz estimada de forma relativa, no entanto, um demérito dessa estatística é que erros negativos podem compensar erros positivos e vice-versa.

Flegg et al. (2016) afirmam que os erros nos coeficientes técnicos de insumo tendem a ser maiores do que os erros nos multiplicadores de produção. Isso ocorre pelo fato de ocorrer uma compensação entre os erros existentes no processo de cálculo dos multiplicadores a partir da inversa de Leontief.

Os resultados para o MPE mostraram que o FLQ elimina qualquer viés na estimação dos multiplicadores, enquanto o QL e o CIQ superestimam os multiplicadores em 4,1% e 9,2%, respectivamente. O STPE, o WMAE e o U apresentaram resultados conflitantes entre o QL e o FLQ, já o WMAE sugere que o FLQ é o melhor método a ser utilizado.

Quando se compara o FLQ com o AFLQ, o STPE e o U mostram que o AFLQ é um pouco mais acurado do que o FLQ, enquanto o WMAE sugere o oposto.

Os autores também utilizaram algumas estatísticas para a comparação das estimativas de importação entre as duas matrizes regionais (regionalizadas a partir da nacional x estimada para Córdoba pelo *survey*).

$$MAE = \left(\frac{1}{28}\right) \sum_j |\hat{m}_j - m_j| \quad (2.117)$$

$$WMAE = \sum_j w_j |\hat{m}_j - m_j| \quad (2.118)$$

$$TPE = \frac{100(\hat{M} - M)}{M} \quad (2.119)$$

Em que $\hat{m}_j$ é a propensão a importar de outras regiões para o setor j em Córdoba estimado pela regionalização da matriz nacional (expresso como uma proporção desse setor no produto bruto nacional) e m_j é o seu correspondente valor de comparação na matriz estimada para Córdoba pelo *survey*.

MAE e $WMAE$ são respectivamente a média absoluta não ponderada e ponderada. O TPE (Erro Percentual Total) mede o erro na estimativa M , que é a soma das importações de Córdoba das outras regiões.

Os resultados do TPE mostraram que o QL e o CIQ subestimaram as importações de Córdoba das outras regiões em 39,5% e 18,2%, respectivamente. No que diz respeito ao FLQ e ao AFLQ, esses superestimaram as importações em 10,6% e 5%, respectivamente. Os resultados para MAE e $WMAE$ mostraram-se conflitantes e não permitiram uma conclusão acerca do melhor método de estimação.

Em termos gerais, Flegg et al. (2016) concluem que o método FLQ supera em acurácia os métodos tradicionais QL e CIQ. O AFLQ, por sua vez, mostrou-se levemente mais acurado do que o FLQ, principalmente por levar em consideração em sua análise a especialização regional e, com isso, permitir que a região tenha coeficientes técnicos maiores do que o nacional, no entanto, a determinação do valor apropriado para o parâmetro δ nos métodos FLQ e AFLQ ainda não tem uma forma definida, deixando algumas decisões a cargo do pesquisador.

2.8. Modelos internacionais de insumo-produto (estimação de matrizes globais)

Para Haddad et al. (2017), um dos pioneiros na ideia do multiplicador de comércio exterior entre dois países, em uma abordagem guiada pela demanda (*demand-driven*), foi

Machlup (1943). Nessa abordagem, um aumento autônomo na renda em um país A gera, através de transbordamentos da produção, um aumento na renda do país B. Dessa forma, parte da renda gerada no país A será convertida em importações do país A de produtos do país B. O multiplicador desenvolvido por Machlup (1943) é aplicável não apenas para a teoria de comércio internacional, mas também para os ciclos de comércio e problemas monetários em geral.

Autores como Goodwin (1949) e Chipman (1950) também estenderam o conceito de multiplicador a uma economia composta por um variado número de agentes, tais como países, regiões, indústrias, classes e governo. Contudo, de acordo com Miller e Blair (2009), a extensão da metodologia de modelos de insumo-produto com várias regiões (dentro de um mesmo país) para modelos com vários países aparece pela primeira vez no trabalho de Wonnacott (1961), que criou um modelo de duas regiões no intuito de mensurar as inter-relações entre o Canadá e os Estados Unidos.

Nos modelos internacionais, a estrutura do sistema de insumo-produto segue o mesmo raciocínio dos modelos inter-regionais ou multirregionais, em alguns casos, a coleta de dados se torna mais fácil, pois, enquanto os dados referentes às importações e exportações regionais (considerando regiões dentro de um mesmo país) são, na maioria das vezes, incompletos ou inexistentes, os mesmos dados podem ser coletados em bases internacionais para grande parte dos países, considerando exportações ou importações para o exterior.

Outro exemplo de expansão de um modelo de insumo-produto multirregional para multinacional é o “Modelo Mundial de Leontief” desenvolvido no início da década de 1970 e financiado pela Organização das Nações Unidas – ONU. Sua versão final consistiu em 15 países e 48 setores. Os dados foram coletados para o ano base de 1970 e foram feitas projeções para os anos de 1980, 1990 e 2000.

Para os dados intrarregionais, utilizaram-se como base as matrizes nacionais dos países, já para os dados inter-regionais Leontief criou um “*Pool*” de dados do comércio mundial para modelar as relações de comércio para cada bem transacionado. A partir de Miller e Blair (2009), essa ideia do “*Pool*” foi uma simplificação do modelo IRIO nos moldes do MRIO, apresentado por Chenery (1953) e Moses (1955) e evitou a necessidade de construir uma matriz insumo-produto internacional composta dos fluxos de comércio país por país para cada bem. Para Fontela (2004), o modelo mundial de Leontief foi o ponto de partida para os pesquisadores da economia mundial no longo prazo.

Conforme Tukker e Dietzenbacher (2013), a construção recente de alguns modelos multirregionais globais de insumo-produto foi desencadeada por discussões em dois campos

principais da literatura, (i) mensuração da responsabilidade de emissões de gases poluentes e (ii) discussão do papel do comércio internacional de bens e serviços.

Entre as principais bases de dados disponibilizadas para modelos Globais Multirregionais de insumo-produto estão o *Intercountry Input-Output Model* – ICIO – da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE – e a *World Input-Output Data base* – WIOD (Dietzenbacher et al. 2013). Além das bases EORA (Lenzen et al., 2013); EXIOBASE (Tukker et al., 2009); e *Global Trade Analysis Project* – GTAP.

Outro exemplo interessante de modelo internacional de insumo-produto é o do Instituto de Desenvolvimento Econômico do Japão – IDE-JETRO (MENG et al. 2013) que produziu uma longa série de tempo de matrizes insumo-produto para os países asiáticos. Na sequência, serão descritas as principais bases de dados anteriormente citadas.

O modelo de insumo-produto interpaíses – ICIO – desenvolvido pela OCDE foi inicialmente construído para o cálculo de indicadores do valor adicionado em comércio²⁰ (TiVA). A edição de 2015 do ICIO aborda 61 economias incluindo os países que compõem a OCDE, EU28, G20 e mais os países do Leste e Sudeste Asiático e uma seleção de países da América Latina. O modelo é composto de 34 setores, sendo 16 industriais, 14 setores de serviços, além de outros setores ligados à agricultura, mineração e construção.

A edição de 2016 do ICIO aborda 63 economias, sendo 35 países da OCDE, 28 países que não são parte da OCDE e mais o resto do mundo, além de matrizes distintas para regiões chinesas e mexicanas. O sistema internacional é construído para 34 setores, baseado na revisão ISIC 3. Além disso, também estão disponíveis os indicadores TiVA e extensões com emissões de CO₂ (baseadas em dados do IEA CO₂), energia utilizada para produção de eletricidade (baseada nos balanços energéticos da IEA), e empregos.

Em 2016, uma nova série anual da *World Input Output Table* – WIOT – foi disponibilizada pela WIOD para os anos entre 2000 e 2014, abrangendo 43 países, sendo 28 membros da União Europeia e quinze outras maiores economias do mundo. Os países foram escolhidos por dois critérios: qualidade das informações estatísticas e desejo de cobrir as principais o máximo possível da economia mundial. A parte não coberta pelo modelo foi estimada e agrupada em uma região chamada “Restante do Mundo”.

²⁰ Bens e serviços consumidos em um país podem ser compostos de insumos produzidos em vários países. No entanto, os fluxos de bens e serviços dentro dessa cadeia de produção global nem sempre são considerados nas medidas convencionais de comércio internacional. O TiVA busca obter indicadores que resolvam essa questão.

A nova edição da WIOT inclui dados para 56 setores e produtos, principalmente aos 2-dígitos da revisão ISIC²¹ nível 4; comparada à edição de 2013, o número de setores aumentou em 18, principalmente setores industriais e de serviços.

Uma descrição mais completa da estrutura dos dados para a obtenção dos sistemas globais da WIOT e do ICIO será objeto do Capítulo 4.

A EXIOBASE é uma base de dados que estima um Modelo Global Multirregional de Insumo-Produto – GMRIO – ambientalmente estendido. Esse modelo foi desenvolvido de forma a harmonizar e detalhar as matrizes de Produção e de Usos para um grande número de países, estimando emissões e extração de recursos por parte dos setores da economia. O modelo GMRIO também pode ser utilizado para análises de impactos ambientais associados ao consumo final de grupos de produtos.

Para Tukker et al. (2013), essa base tem dois objetivos básicos: o primeiro é incrementar o conhecimento dos agentes acerca dos custos externos das pressões ambientais; o outro é tentar superar algumas limitações das bases de dados multirregionais ambientalmente estendidas já existentes.

O GMRIO disponibilizado pela EXIOBASE é composto de 43 países, sendo 27 da União Europeia, 2 da América do Norte, 6 da Ásia, 2 da América do Sul, mais a Rússia, a Austrália, a Suíça, a Turquia, a Noruega e a África do Sul. Além disso, ainda apresenta mais cinco regiões chamadas de restante do mundo, compostas de (1) Restante da Ásia e Pacífico, (2) Restante da América, (3) Restante da Europa, (4) Restante da África, (5) Restante do Oriente Médio. Para o ano base de 2007, o sistema é disponibilizado gratuitamente, mediante registro, e é estimado com 200 produtos, 163 indústrias, 15 tipos de uso da terra, emprego em três níveis de habilidades, 48 tipos de matérias primas e 172 tipos de usos da água.

Segundo Andrew e Peters (2013), a construção da base de dados do GTAP é liderada pelo Centro para Análise de Comércio Global na Universidade de Purdue nos EUA. A base combina dados de muitas fontes. As matrizes insumo-produto nacionais são enviadas para o Centro pelos membros do GTAP, presentes em vários países do mundo. No Centro para Análise de Comércio Global, são corrigidas algumas possíveis inconsistências presentes em algumas definições, já que são utilizados dados de diversas fontes em diversos países.

A base de dados do GTAP é utilizada por muitos pesquisadores em todo o mundo e tem sido considerada um insumo-chave para modelos aplicados de equilíbrio geral. A versão mais

²¹ *International Standard Industrial Classification* – ISIC – é uma Classificação Industrial feita pelas Nações Unidas.

atual da base é o GTAP 9, que apresenta dados para 140 regiões e 57 produtos para os anos de 2004, 2007 e 2011. E, além dos dados de comércio internacional, apresenta o emprego dividido em cinco categorias de habilidades e dados de emissão de CO₂. Diferente de outras fontes anteriormente citadas, os dados não são disponibilizados gratuitamente.

Importante salientar que a base de dados do GTAP não fornece diretamente um modelo multinacional de insumo produto, a forma como obter o MRIO a partir dos dados do GTAP está descrita em Andrew e Peters (2013).

Outra base de dados internacional é a EORA, que fornece uma série com um alto grau de abertura das informações nas matrizes insumo-produto com informações sociais e ambientais para 187 países.

Para Lenzen et al. (2012), a principal característica da base EORA é a existência de uma série contínua de modelos MRIO globais, ambientalmente estendidos e cada matriz MRIO é uma representação da estrutura da economia global. A base contém informações completas das transações monetárias entre os setores de 187 países. Pelo fato de cada país ter uma estrutura econômica diferente, a maioria dos países na EORA é representada por uma matriz diferente e com um nível de detalhes setoriais diferente, podendo variar de 26 a 500 setores por país, o faz com que a base chegue a 15.909 setores diferentes.

Ainda de acordo com Lenzen et al. (2012), essa heterogeneidade na classificação setorial foi feita na EORA para que o MRIO pudesse incorporar o máximo de detalhes dos setores no geral. Por exemplo, economias como as do Brasil e da China e Singapura são estruturalmente diferentes, a tentativa de representação dessas economias em uma classificação homogênea de setores, como existente nos MRIOS tradicionais, requer uma substancial agregação e reclassificação de setores econômicos, o que causa perda de informação e transparência.

A base EORA está disponível continuamente para os anos de 1990 a 2011 (contas satélites para 2010). Além dos dados de transações comerciais entre os países, estão disponíveis 35 tipos de indicadores ambientais que abordam poluição do ar, uso de energia, efeito estufa, uso de água e outros. A base é disponibilizada gratuitamente para atividades acadêmicas mediante registro.

O instituto de economias em desenvolvimento da organização de comércio internacional do Japão – IDEJETRO – construiu a matriz internacional de insumo-produto da Ásia para os anos de 1975, 1985, 1995, 2000 e 2005. De acordo com Meng et al. (2013), essa base de dados é reconhecida como uma poderosa ferramenta analítica para o estudo da estrutura setorial e das

redes de comércio entre os países e tem sido utilizada amplamente por pesquisadores de todo o mundo.

Diferente de outras bases de dados anteriormente citadas, a estratégia utilizada pelo IDEJETRO para diferenciação de sua base não é a ampliação do número de setores ou de países que a compõe, o que pode ser dispendioso e trazer grandes problemas de harmonização de dados de diferentes fontes, mas, sim, prover informações mais específicas para um limitado número de países.

O modelo internacional de insumo-produto para os países Asiáticos desenvolvido pelo IDEJETRO contém 76 setores econômicos e é composto pelas nove maiores economias Asiáticas e mais os Estados Unidos. O processo de construção do modelo está descrito em Meng et al. (2013).

Também está disponível gratuitamente pelo IDEJETRO um modelo internacional de insumo-produto para o ano de 2005 com os países que compõem o BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) e mais o Japão, os EUA e EU25 (25 países da União Europeia agregados), em uma versão de sete e outra de 25 setores, construída a partir da colaboração de pesquisadores dos referidos países.

Após a descrição dos principais modelos internacionais de insumo-produto disponíveis, pode-se notar que as principais economias do mundo são cobertas por todas as bases apresentadas. Também é patente a heterogeneidade de países e setores que as compõem. Essa heterogeneidade é interessante pelo fato de permitir que pesquisadores de diferentes áreas possam alcançar seus objetivos, dadas as diferentes desagregações setoriais e extensões ambientais presentes nos modelos.

Além disso, a partir de Dietzenbacher et al. (2013), uma base de dados não deve ser vista como melhor ou pior do que outra, mas sim como mais apropriada para responder a algumas questões.

2.9. Métodos de Comparação de Matrizes de Insumo-Produto

Existem várias dificuldades interpretativas a respeito dos procedimentos para se testar a eficiência dos métodos não censitários de estimação de matrizes regionais. Uma característica comum de alguns trabalhos é a tentativa de medir a acurácia da matriz estimada, ou seja, a diferença ou separação entre a matriz “real” e a gerada pelos métodos não censitários, no entanto, o maior problema é que na maioria das vezes não se tem a matriz real para comparação (ROUND, 1983).

O termo *acurácia*, no dicionário da língua portuguesa, significa o grau de exatidão de uma aproximação ou medida. No entanto, para Jensen (1980), uma visão realista da *acurácia* em modelos insumo-produto requer uma abordagem mais ampla. Nesse contexto, o autor define dois tipos de *acurácia*, a *partitiva* e a *holística*.

A *acurácia partitiva* enfatiza uma interpretação contábil da matriz insumo-produto, cada célula é analisada individualmente na matriz. Essa interpretação foca sua atenção nos elementos da matriz e considera a *acurácia* célula por célula.

A *acurácia holística* enfatiza a interpretação de um “retrato matemático” das relações econômicas. Essa interpretação não depende da *acurácia* em cada célula da matriz, mas da *acurácia* com que a matriz representa as principais características da economia. O objetivo é identificar se a matriz descreve e preserva as peculiaridades econômicas da região em termos de tamanho e estrutura produtiva.

Enquanto a *acurácia partitiva* assegura a existência da *acurácia holística*, a *acurácia holística* não necessariamente estará acompanhada de um alto grau de *acurácia partitiva*, principalmente no que diz respeito aos elementos menos significativos da matriz.

Conforme Jansen (1980), o objetivo mais modesto da *acurácia holística* é apropriado para matrizes regionais de insumo-produto. Nesses termos, a *acurácia* da matriz seria julgada não pela *acurácia* célula por célula, mas em sua habilidade de representar o tamanho e a estrutura produtiva da economia em termos gerais. Essa interpretação implica em um elemento de “sinergia” em que a *acurácia* da matriz como um todo é maior do que a *acurácia* de seus componentes.

Conceitualmente, a *acurácia partitiva* é a tentativa de minimizar a distância entre o valor estimado de uma célula da matriz e o seu correspondente valor real, muitas vezes “não conhecido”. A *acurácia holística* é uma tentativa de minimizar a distância entre a matriz estimada e a real como um todo. No entanto, como a matriz real usualmente não é conhecida, não é possível operacionalizar a minimização dessas distâncias.

Segundo Lahr (2001), apesar da evolução dos métodos não censitários de estimação de matrizes insumo-produto, ainda há muitas dúvidas no que diz respeito à *acurácia* desses métodos, principalmente pela escassez de sistemas construídos por métodos censitários que possam servir de comparação. Além disso, mesmo quando existem dados censitários apropriados e suficientes, as comparações são geralmente feitas usando medidas para as quais não há um relacionamento comprovado entre o seu valor e a quantidade de erro inerente na estimativa. Dessa forma, os resultados de comparações de matrizes têm sido, no máximo, inconclusivos no que diz respeito à qualidade de ajuste das medidas.

A literatura de insumo-produto propõe muitas medidas de acurácia. Não é objetivo do presente estudo esgotar a discussão sobre o tema, por isso, serão descritas apenas algumas das principais medidas de comparação de matrizes insumo-produto.

De acordo com Butterfield e Mules (1980), não existe uma medida de comparação completa, cada medida, também chamada de teste, enfatiza um aspecto diferente da comparação e ignora outro, por isso, os autores propõem que se utilizem vários testes, estatisticamente complementares, de forma que as deficiências apresentadas por um teste possam ser compensadas pelos outros.

Serão abordadas seis medidas de comparação das matrizes estimadas que, de acordo com Lahr (2001), são recorrentes na literatura de insumo-produto. O restante da seção se dedicará a descrever brevemente cada uma dessas medidas.

O primeiro método a ser abordado é o Erro Percentual Total Padronizado – STPE. A Equação 2.120 define o método para a matriz como um todo, todavia, é possível calcular para cada coluna ou linha da matriz, o que torna possível a identificação do ajuste das estimativas para cada setor.

$$STPE = 100 \frac{\sum_j \sum_i |a_{ij} - a_{ij}^*|}{\sum_j \sum_i a_{ij}} \quad (2.120)$$

Em que a_{ij} é o i -ésimo elemento da j -ésima coluna da matriz de coeficientes técnicos A de dimensão $(m \times n)$ utilizada como referência; a_{ij}^* é o mesmo elemento da matriz de coeficientes técnicos A^* estimada.

Outra medida proposta é a utilização de coeficientes de correlação r como medida de associação:

$$r = \frac{\sum_j \sum_i (a_{ij} - \bar{a}_{ij})(a_{ij}^* - \bar{a}_{ij}^*)}{\sqrt{\sum_j \sum_i (a_{ij} - \bar{a}_{ij})^2 \sum_j \sum_i (a_{ij}^* - \bar{a}_{ij}^*)^2}} \quad (2.121)$$

Em que $\bar{a}_{ij}$ é a média dos elementos da matriz de coeficientes técnicos A utilizada como referência e $\bar{a}_{ij}^*$ é a média dos elementos da matriz de coeficientes técnicos A^* estimada. No entanto, Lahr (2001) faz uma alteração no coeficiente de correlação para transformá-lo em uma medida de distância, definindo essa nova medida como índice de disparidade $ID = 50(r-1)$. Dessa forma, em uma correlação perfeita, o índice de dispersão é zero. Na ausência total de

correlação, o índice será 50 e, na presença de correlação perfeitamente negativa, o índice será 100.

O valor médio das diferenças absolutas – *MAD* – é outra medida de comparação apresentada por Lahr (2001), conforme a Equação 2.122:

$$MAD = \frac{100 \sum_j \sum_i |a_{ij} - a_{ij}^*|}{mn} \quad (2.122)$$

Em que m é o número de linhas e n é o número de colunas da matriz. Como na STPE, nessa medida não há punição para valores discrepantes, tanto para cima quanto para baixo. Além disso, essa magnitude muda com o tamanho da matriz insumo-produto que está sendo avaliada. Em resposta ao primeiro dos problemas mencionados, desenvolveu-se o método da diferença absoluta ponderada – *WAD* – conforme a equação:

$$WAD = \frac{\sum_j \sum_i (a_{ij} + a_{ij}^*) |a_{ij} - a_{ij}^*|}{\sum_j \sum_i (a_{ij} + a_{ij}^*)} \quad (2.123)$$

Nesse método, o termo $(a_{ij} - a_{ij}^*)$ pondera a diferença absoluta, por isso, essa medida é sensível a problemas referentes a valores extremos. A vantagem dessa medida é que, se ao menos o valor de uma das matrizes (estimada ou de referência) for não zero, o valor da medida não será indefinido.

Outra estatística interessante abordada em Lahr (2001) é o índice de desigualdade de Theil – *U*. Essa medida pode ser interpretada como a raiz do erro quadrado médio, que quando multiplicada por 100 tem uma interpretação muito parecida com a STPE, mas com uma vantagem de, além de fornecer uma distância total proporcional, ainda pode oferecer outras três proporções: viés (U_M), variância (U_V) e covariância (U_C).

$$U = \left[\frac{\sum_j \sum_i (a_{ij} - a_{ij}^*)^2}{\sum_j \sum_i a_{ij}^2} \right]^{0.5} \quad (2.124)$$

Quando o erro é atribuído ao viés, isso significa que os valores estimados tendem a ser consistentemente maiores ou menores do que os valores de referência. Quando o erro é atribuído à variância, existe um padrão aparente na estrutura do erro, que é correlacionado com os valores de referência, dessa forma, o pesquisador pode buscar corrigir seu procedimento baseado nessas dimensões do erro.

A última medida a ser abordada é a do erro médio quadrado – *RSME* –, também conhecido como distância euclidiana média e definida como:

$$RSME = \frac{\left[\sum_j \sum_i (a_{ij} - a_{ij}^*)^2 \right]^{0,5}}{mn} \quad (2.125)$$

Essa medida, tal como a MAD, não fornece nenhuma ideia da diferença relativa entre as duas matrizes, apenas uma diferença média total. Portanto, não pode realmente determinar o quão boa ou ruim uma matriz estimada é, quando comparada a uma matriz de referência. Para corrigir esse problema, utiliza-se o *T* de Theil, anteriormente mencionado.

Essa rotina de testes concentra-se na avaliação da acurácia partitiva, ou célula por célula da matriz insumo-produto. Nos exemplos mencionados, utilizaram-se os valores dos coeficientes técnicos de insumo a_{ij} como referência, no entanto, podem-se aplicar essas equações utilizando multiplicadores, geradores ou o valor das importações que cada região faz das outras regiões.

Conforme afirmam Butterfield e Mules (1980), além da acurácia partitiva também se pode avaliar a acurácia holística. Para analisar a operacionalidade ou a acurácia holística da matriz estimada, usualmente, trabalha-se com a comparação de alguns indicadores, obtidos a partir da matriz estimada e da matriz de referência, como: (i) ranking de multiplicadores e geradores de produção, emprego, renda e valor adicionado; (ii) decomposição da produção por origem da demanda final; (iii) decomposição estrutural e outros.

2.10. As Abordagens *Bottom-up* e *Top-down* na Construção de Matrizes Regionais de Insumo-Produto

Relações de insumo-produto podem ser determinadas através de modelos do tipo *bottom-up*, em que uma indústria é vista como um sistema, com um número finito de processos, cada um com sua própria característica; ou *top-down*, em que, por falta de dados específicos, parte-se das matrizes de usos nacionais para a derivação da tecnologia setorial nas matrizes sub-nacionais (LENOX & TURNER, 2009).

Para Sanén e Gamboa (2016), a construção de matrizes regionais de insumo-produto é usualmente feita utilizando a abordagem *top-down*, principalmente devido à falta de dados regionais e de uma metodologia sólida para a construção de uma matriz de insumo-produto regional de “baixo para cima”, isto é, de cada região por si mesma. Na abordagem *top-down*, parte-se das matrizes de usos e produção nacionais e o processo de regionalização é feito a partir de métodos não censitários como: (1) Quociente Locacional; (2) Métodos iterativos (RAS); e (3) Modelos Gravitacionais.

De acordo com Haddad (2009), a escolha entre a construção de um modelo pela abordagem *bottom-up* ou *top-down*, usualmente, reflete um *trade-off* entre sofisticação teórica e necessidade de dados. A abordagem *top-down* consiste na desagregação dos resultados nacionais para o nível regional, muitas vezes de forma *ad hoc*. A desagregação pode ocorrer em diferentes passos, por exemplo, partindo do país para um determinado estado e do estado para um determinado município, elevando a cada etapa para um nível regional mais específico.

Ainda para Haddad (2009), as desagregações devem ser consistentes com os resultados no nível regional imediatamente mais elevado, isto é, os resultados obtidos pela desagregação municipal, quando agregados novamente, devem ser consistentes com os resultados para o estado a que esses municípios pertencem, e assim dos estados com o país. Por isso, o procedimento de desagregação deve ser nível a nível e não partir do país para o município diretamente.

Desta forma, enquanto os modelos *top-down* usualmente perdem alguns detalhes tecnológicos da estrutura econômica que está sendo representada, eles têm a vantagem de apresentar consistência com as matrizes de usos e de produção nacionais de forma que a estrutura econômica nacional pode ser recuperada pela agregação de todas as regiões e/ou indústrias.

Os modelos *bottom-up*, por sua vez, são capazes de fornecer uma função de produção com ricos detalhes tecnológicos, porém, não existe garantia de que a agregação dos resultados regionais e/ou setoriais será consistente com os mesmos resultados no nível nacional.

Alguns trabalhos como os de Sanén e Gamboa (2016) buscam desenvolver uma abordagem *bottom-up* para modelar matrizes regionais de insumo-produto. Porém, de acordo com Lennox e Turner (2009), historicamente, a abordagem *bottom-up* foi mais amplamente aplicada no campo da “Análise de Atividade”. A “Análise de Atividade” foi desenvolvida por Koopmans e sua equipe na década de 1950 para estudar e avaliar critérios, regras e práticas para a alocação de recursos. O trabalho de Koopmans (1953) define o conceito de atividade como o “átomo da tecnologia”, isto é, a “Análise de Atividade” define a tecnologia em uma escala mais fina do que na análise insumo-produto proposta por Leontief.

Konijn (1995) aplicou o conceito de atividade no contexto da análise insumo-produto. O referido autor utilizou a “Análise de Atividade” para desagregar indústrias e *commodities* nas matrizes de produção e de usos da Holanda e, com isso, gerar matrizes de insumo-produto em um contexto de atividade x atividade.

Para Lennox e Turner (2009), as informações *bottom-up* podem ser utilizadas para complementar as informações *top-down* presentes nas matrizes de usos e de produção

nacionais. As duas abordagens podem ser utilizadas no processo de desagregação de indústrias não homogêneas em atividades mais homogêneas.

Trazendo a discussão para o contexto do presente estudo, os sistemas inter-regionais de insumo-produto subnacionais, apresentados no próximo capítulo, são desenvolvidos combinando a abordagem *top-down* com a *bottom-up*. Nesse intuito, as informações subnacionais, utilizadas para captar peculiaridades das regiões subnacionais, são combinadas às informações contidas nas matrizes nacionais de usos, produção, importações e impostos. A reconciliação com as matrizes nacionais pode ser feita utilizando métodos como o RAS, garantindo a consistência dos resultados agregados subnacionais com os nacionais.

Desta forma, a combinação das duas abordagens garante a consistência com a matriz de insumo-produto nacional e mantém, a depender da disponibilidade de informações subnacionais em um nível suficiente de detalhes, as características específicas de cada região que compõe o sistema.

No que diz respeito aos modelos globais de insumo-produto, diferente dos modelos subnacionais, não existe uma matriz de insumo-produto mundial para ser utilizada como referência, por isso, o processo de construção é majoritariamente *bottom-up*.

A construção de sistemas inter-regionais utilizando a abordagem *bottom-up* pode ser bastante complexa, especialmente tratando-se de sistemas globais de insumo produto. O processo de estimação dos sistemas globais de insumo-produto depende de informações disponibilizadas pelas agências estatísticas de cada país. Essa dependência, para Yamano (2017), pode ser uma limitação, já que vários países que compõem o sistema demoram, ao menos, de 3 a 4 anos para disponibilizar suas SUTs, o que gera um problema de compatibilização. Além disso, os dados disponíveis para as economias em desenvolvimento usualmente apresentam problemas de coerência entre as tabelas de usos e de produção e outros elementos das contas nacionais. A compilação e o processamento desses dados requerem uma significativa alocação de recursos, tanto em termos monetários quanto de experiência e perícia dos pesquisadores.

No que tange aos fluxos de comércio internacional, utilizam-se dados disponíveis em bases como o *COMTRADE* das Nações Unidas. Entretanto, os dados referentes aos setores de serviço precisam ter um tratamento especial, já que não estão disponíveis, para grande parte dos países, no nível de detalhamento necessário. Além disso, problemas de valoração CIF para as importações e FOB para as exportações e os problemas de “estatística espelho” também exigem empenho e destreza dos pesquisadores.

Desta forma, ao lidar com os referidos problemas, as agências que publicam sistemas globais de insumo-produto buscam preservar as especificidades tecnológicas presentes em cada país. A matriz de insumo-produto mundial é, então, obtida pela agregação das matrizes de insumo-produto nacionais.

2.11. Resumo do Capítulo

Esta seção tem como objetivo sumarizar toda a análise feita até agora e proporcionar uma ideia geral do que se propõe com o presente capítulo. Conforme Isard (1951), Richardson (1972) e Isard (1998), as principais vantagens da utilização do método de insumo-produto para análises espaciais consistem em: (1) sua operacionalidade; (2) sua análise de equilíbrio geral, ou seja, é capaz de capturar os efeitos indiretos de alterações no sistema de produção; (3) a possibilidade de uma análise estrutural da região, no intuito de identificar a heterogeneidade econômica presente entre regiões; (4) identificar o resultado de possíveis impactos na demanda final e seus transbordamentos entre os setores e regiões, como pode ser visualizado na parte superior da Figura 2.6.

Figura 2.6: Classificação dos sistemas insumo-produto regionais

Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo a descrição da Figura 2.6, a análise espacial através do método de insumo-produto pode ser feita com modelos de região única ou modelos com várias regiões. Os modelos com várias regiões, por sua vez, podem ser classificados em modelos Inter-regionais de Insumo-Produto – IRIO – ou modelos Multirregionais de Insumo-Produto – MRIO.

Os modelos IRIO são considerados “ideais” e necessitam de uma grande quantidade de informações para serem construídos. Os modelos MRIO são estimados com uma quantidade menor de informações, em que não é necessário conhecer os destinos dos produtos (intermediário ou bens finais); por isso, podem ser estimados a partir de informações censitárias limitadas.

Dada à escassez de informações censitárias, os métodos de informação censitária limitada são muito utilizados para a estimação de sistemas inter-regionais. As principais técnicas de estimação de informações para a construção de matrizes insumo-produto com várias regiões são: *(i)* Quociente Locacional e suas variações; *(ii)* Modelos Gravitacionais; *(iii)* Métodos iterativos, principalmente para a reconciliação das informações do interior da matriz com suas bordas.

Depois de feita a abordagem dos principais métodos de estimação de sistemas insumo-produto inter-regionais e multirregionais, bem como das principais técnicas utilizadas para a estimação de informações, que geralmente não estão disponíveis, faz-se necessária a descrição dos procedimentos utilizados na comparação entre sistemas inter-regionais estimados a partir de diferentes combinações entre informações censitárias e métodos não censitários. Essa comparação apontará as principais diferenças nos resultados operacionais e nas análises estruturais e de impacto obtidas a partir de sistemas inter-regionais estimados de formas diversas.

3. A INFLUÊNCIA DO MÉTODO EM MODELOS SUBNACIONAIS

Muito se avançou desde as primeiras incursões de Isard (1951) e Leontief et al. (1953) em extensões regionais e inter-regionais de modelos de insumo-produto. Porém, desde o início, a escassez de informações, bem como o alto custo para obtê-las através de dados estritamente censitários, principalmente no que tange aos fluxos inter-regionais de comércio, têm sido os principais obstáculos para a estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto. Isso fez com que os chamados métodos não censitários de estimação de sistemas inter-regionais ganhassem muita popularidade acadêmica (ROUND, 1983).

A construção de sistemas regionais e inter-regionais de insumo-produto é objeto de pesquisas nacionais e internacionais. Algumas experiências mais recentes incluem: (i) Zhang, Shi e Zhao (2015), que construíram um sistema inter-regional de insumo-produto para 30 províncias chinesas para o ano de 2002; (ii) Tobben e Kronenberg (2015), que desenvolveram uma atualização do método CHARM (*Cross-hauling adjusted regionalization Method*) para mais de duas regiões e posteriormente fizeram um estudo de caso para o estado alemão de Baden-Wurtemberg; (iii) Flegg et al. (2016), que utilizaram uma variação do quociente locacional para estimar uma matriz regional para a província de Córdoba na Argentina e comparam essa estimação com outros métodos disponíveis; e (iv) Haddad et al. (2016), que construíram um sistema inter-regional de insumo-produto para a Colômbia com 33 regiões agregadas em sete setores, também sob condições de informação limitada.

No que diz respeito ao Brasil, vários esforços têm sido feitos nesse sentido. Entre eles podem-se destacar: (i) Guilhoto et al. (2010), que construíram um sistema inter-regional de insumo-produto para os estados do Nordeste brasileiro; (ii) Domingues e Haddad (2002) que desenvolveram um sistema inter-regional para Minas Gerais e o restante do Brasil; (iii) Porsse, Haddad e Pontual (2003) que estimaram uma matriz inter-regional para o Rio Grande do Sul e o restante do Brasil; (iv) Ichihara e Guilhoto (2008) que estimaram um sistema intermunicipal de insumo-produto para os municípios do estado de São Paulo; e (v) Guilhoto e Sesse Filho (2005b) que construíram um sistema inter-regional para os 9 estados de atuação do Banco da Amazônia e o restante do Brasil para o ano de 1999.

Os trabalhos anteriormente descritos são estimações de sistemas inter-regionais municipais ou apenas para uma parte dos estados brasileiros. Referindo-se à construção de um sistema inter-regional para todos os estados do Brasil, como é o caso do presente estudo, as iniciativas são escassas. Pode-se mencionar Haddad, Gonçalves Jr e Nascimento (2017) que utilizaram o método *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS – para estimar um

sistema inter-regional de insumo-produto para as 27 UFs brasileiras com 68 setores e 128 produtos. E pode-se citar também Guilhoto et al. (2017), que estimaram um sistema inter-regional de insumo-produto também para as 27 UFs brasileiras, com 68 setores e 128 produtos, utilizando o método Tabelas de Usos e Produção Inter-regionais – TUPI. Barros e Guilhoto (2014) também estimaram um sistema inter-regional de insumo-produto para 25 Unidades da Federação para o ano de 1959 com 33 setores. Além disso, houve uma tentativa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA –, que foi interrompida em 2013 sem a construção do sistema inter-regional²².

Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo identificar as diferenças entre os sistemas inter-regionais de insumo-produto, construídos para as 27 UFs brasileiras, a partir dos métodos TUPI e IIOAS. Essas diferenças serão mensuradas em termos partitivos e holísticos. Desta forma, pretende-se constatar se sistemas subnacionais construídos para o mesmo ano e o mesmo conjunto de regiões, utilizando os dois referidos métodos, geram resultados divergentes na análise de insumo-produto.

Comparando os dois sistemas inter-regionais estimados, é possível dizer o quanto estão próximos um do outro, ou seja, se os diferentes métodos de estimação convergem para resultados semelhantes. No entanto, não é possível dizer qual deles está mais próximo da realidade brasileira, por isso, também será feita uma verificação da consonância do TUPI e o IIOAS aos dados do Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ – que, baseado na arrecadação do ICMS, divulga o fluxo comercial entre os estados brasileiros para 16 setores da economia.

Para isso, afora esta introdução, o presente capítulo está dividido em quatro seções. Na segunda seção, são descritos os métodos de estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto TUPI e IIOAS. A terceira seção apresenta as técnicas utilizadas na comparação entre os sistemas inter-regionais estimados a partir do TUPI e do IIOAS. Os resultados são apresentados na quarta seção e, por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

3.1.Descrição dos Modelos TUPI e IIOAS

No Brasil, como em outros países do mundo, a restrição de informações para a construção de um sistema interestadual de insumo-produto é patente. Por isso, há a necessidade da combinação de dados oficiais, provenientes das Contas Regionais e de pesquisas realizadas

²² Mais informações em:

http://www.ipea.gov.br/redeipea/index.php?option=com_content&view=article&id=98:matriz-insumo-produto-regional&catid=89:projetos-de-pesquisa&Itemid=206

por órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE , com as técnicas não censitárias de estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto.

Nesse contexto, esta seção, baseada em Guilhoto et al. (2017) e Haddad, Gonçalves Junior e Nascimento (2017), dedica-se à descrição dos métodos de estimação TUPI e IIOAS. Os referidos métodos são desenvolvidos combinando a abordagem *top-down* com a *bottom-up*. Desta forma, as informações subnacionais, utilizadas para captar peculiaridades de cada região, são combinadas às informações contidas nas matrizes nacionais de usos, produção, importações e impostos, garantindo a consistência dos sistemas estimados com as informações nacionais. Além disso, o TUPI e o IIOAS utilizam técnicas híbridas, combinando dados oficiais com dados estimados, para a construção do modelo inter-regional para as 27 UFs.

3.2.O Método de Construção das Tabelas de Usos e Produção Inter-regionais – TUPI

A estimação do sistema inter-regional de insumo-produto para as 27 UFs brasileiras utilizando o TUPI é feita a partir do sistema de insumo-produto nacional para o ano de 2011, desagregado em 68 setores e 128 produtos²³. O sistema nacional de insumo-produto, por sua vez, é obtido aplicando-se o método apresentado por Guilhoto e Sesso Filho (2005a) e Guilhoto e Sesso Filho (2010), baseado nas Matrizes de Usos e Produção Nacionais. A Figura 3.1 apresenta o processo de construção do sistema inter-regional para as 27 UFs utilizando o TUPI, que será detalhado nas próximas seções.

²³ 68 setores e 128 produtos correspondem ao maior nível de detalhamento dos dados das Contas Nacionais de 2011. Uma lista de Setores e Produtos está disponível no Anexo I.

3.2.1. As Matrizes de Produção para as UFs

A Matriz de Produção nacional informa o que cada indústria (setor) da economia produz de cada produto no país. O primeiro passo para a construção das Matrizes de Produção para as UFs é a estimação dos Valores Brutos da Produção (VBPs) regionais para os 68 setores e 128 produtos.

Para isso, parte-se inicialmente das Contas Regionais divulgadas pelo IBGE. Com base nas suas informações, obtém-se o total produzido por cada UF, o qual está desagregado em 18 setores econômicos. Em seguida, para desagregar as informações dos 18 setores das Contas Regionais nos 68 setores do sistema de Contas Nacionais, utiliza-se a participação que cada estado tem na produção nacional de cada setor.

São utilizados dados provenientes de pesquisas oficiais realizadas pelo IBGE, tais como: (i) Pesquisa Anual da Indústria (PIA); (ii) Pesquisa Pecuária Municipal (PPM); (iii) Pesquisa Agrícola Municipal (PAM); (iv) Pesquisa Anual de Serviços (PAS); (v) Pesquisa de Extração Vegetal e Silvicultura (IBGE-PEVS); (vi) Pesquisa Anual do Comércio (IBGE-PAC); Relação Anual de Informações Sociais (TEM-RAIS); (vii) Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD); além de pesquisas setoriais como a pesquisa do (viii) Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); (ix) Anuário Estatístico da Agência Nacional de Petróleo (ANP); (x) Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde; (xi) Agência Nacional de Saúde; (xii) Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Educação; (xiii) Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

O VBP nacional por setor, obtido da Matriz de Produção nacional estimada, é então distribuído para as 27 UFs, utilizando-se as Contas Regionais e as pesquisas anteriormente citadas. Inicialmente, as matrizes de produção das UFs mantêm a mesma estrutura da Matriz de Produção nacional, ou seja, a produção de cada item por cada setor nos estados segue a mesma proporção nacional. Para isso, são construídos os Coeficientes Nacionais de Produção CP_{sxp}^N , conforme a equação:

$$CP_{sxp}^N = MP_{sxp}^N * inv(diag(\sum_{s=1}^{68} mp_{sp})) \quad \forall s = 1, ..., 68 \text{ e } p = 1, ..., 128; \quad (3.1)$$

Em que s são os setores e p os produtos; MP_{sxp}^N é a Matriz de Produção nacional; mp_{sp} é cada elemento sp da Matriz de Produção nacional.

Em seguida, os VBPs de cada setor em cada UF são multiplicados pelos CP_{sxp}^N para a primeira estimativa das Matrizes de Produção regionais (MP_{sxp}^{UF}), conforme a equação:

$$MP_{sp}^{UF} = \text{diag}(VBP_s^{UF}) * CP_{sp}^N \quad \forall s = 1, \dots, 68 \text{ e } p = 1, \dots, 128; \quad (3.2)$$

Em que VBP_s^{UF} são os Valores Brutos de Produção setoriais de cada UF.

Posteriormente, utiliza-se o procedimento iterativo RAS para garantir a consistência entre as Matrizes de Produção regionais, as Contas Regionais e a Matriz de Produção nacional em quatro quesitos: (i) a soma da produção dos setores das matrizes regionais é a mesma da nacional; (ii) a soma da produção dos produtos das matrizes regionais é a mesma da nacional; (iii) a participação na produção nacional por setores de cada UF é consistente com a produção setorial de cada UF nas Contas Regionais, isto é, se o VBP setorial por UF for agregado em 18 setores, o resultado é equivalente aos das Contas Regionais²⁴; (iv) a quantidade produzida de cada produto por cada setor nacionalmente (mp_{ij}^N) é igual à soma da produção das 27 UFs do referido produto (mp_{ij}^{UF}) por cada setor, isto é:

$$mp_{sp}^N = \sum_{UF=1}^{27} mp_{sp}^{UF} \quad \forall s = 1, \dots, 68 \text{ e } p = 1, \dots, 128; \quad (3.3)$$

Desse modo, obtém-se a Matriz de Produção (setor x produto) para cada UF nas dimensões 68 setores e 128 produtos. Além disso, esse procedimento altera a hipótese inicial segundo a qual as estruturas de produção regionais são as mesmas da estrutura nacional.

3.2.2. As Matrizes de Usos para as 27 UFs

O próximo passo é a construção das Matrizes de Usos (produto x setor) para as 27 UFs. As Matrizes de Usos são responsáveis por fornecer a quantidade de produtos que cada setor utiliza como insumo para realizar a sua produção. Para a descrição do processo de estimação de cada elemento dessas matrizes, utiliza-se como referência a Figura 3.2.

²⁴ Como as Contas Regionais apresentam apenas a produção de cada UF por setor e não por produto, na construção das matrizes de produção regionais, garante-se a consistência com as Contas Regionais apenas por setor, dando mais liberdade à produção por produto entre as UFs.

Figura 3.2: Elementos da Matriz de Usos (produto x setor) a ser construída para cada Unidade da Federação

Fonte: elaborado pelos autores.

Os VBPs, por produto e por setor, já são conhecidos das Matrizes de Produção regionais, anteriormente estimadas. As importações do restante do mundo compõem as Matrizes de Usos regionais em um vetor linha, abaixo do consumo nacional. A participação de cada estado nas importações nacionais é obtida através do Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior – AliceWeb²⁵.

Assim, com base nas participações de cada estado nas importações nacionais, distribui-se o valor das importações, presente na Matriz de Usos nacional, para cada UF. Para os produtos que não existem informações disponíveis no AliceWeb, como é o caso de alguns serviços, utiliza-se a relação:

$$m_p^{UF} = m_p^N \frac{z_p^{UF} + d_p^{UF}}{z_p^N + d_p^N} \quad (3.4)$$

²⁵ O referido sistema divulga as estatísticas brasileiras de exportação e importação e tem como base de dados o Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), vinculado ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e é responsável pela administração do comércio exterior brasileiro. Essa base de dados é gratuita e pode ser acessada pelo site <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>.

Em que m_p^{UF} é a importação do produto p na UF; m_p^N é a importação nacional do produto p ; z_p^{UF} é a demanda intermediária do produto p na UF; z_p^N é a demanda intermediária do produto p nacionalmente; d_p^{UF} é a demanda final do produto p na UF; e d_p^N é a demanda final do produto p nacionalmente.

Pelo sistema AliceWeb, sabe-se quais produtos estão sendo importados por cada UF, porém, não se sabe quais setores das respectivas UFs estão importando, nem se essa importação é para Consumo Intermediário ou para Demanda Final. Para solucionar esse problema, assume-se inicialmente que a utilização de produtos importados pelos setores de todas as UFs segue a mesma estrutura nacional, tanto para o Consumo Intermediário quanto para a Demanda Final.

Para isso, são construídos os Coeficientes Nacionais de Importação ($Cimp_{ij}^N$) utilizando-se a Matriz Nacional de Importações (produto x setor), construída pelo método Guilhoto e Sesso Filho (2005a) e Guilhoto e Sesso Filho (2010), conforme a equação²⁶:

$$Cimp_{pxs}^N = inv(diag(\sum_{s=1}^{68} mimp_{ps})) * Mimp_{pxs}^N \quad (3.5)$$

Em que $Mimp_{pxs}^N$ é a Matriz nacional de Importações e $mimp_{ps}$ é cada elemento da referida matriz. Em seguida, os coeficientes nacionais de importação são multiplicados pelas importações por produto de cada UF (imp_{pxl}^{UF}), obtidas no AliceWeb ou pela Equação 3.4, conforme a equação:

$$Mimp_{pxs}^{UF} = diag(imp_{pxl}^{UF}) * Cimp_{pxs}^N \quad (3.6)$$

Dessa forma, obtêm-se 27 matrizes de importações regionais, as quais adotam a mesma estrutura nacional. Em seguida, as Matrizes de Importações regionais são ajustadas pelo método RAS, garantindo que: (i) a participação nacional de cada UF na importação de cada produto, obtida junto ao AliceWeb e Equação 3.4, seja mantida; e (ii) a soma das importações de cada setor em cada UF seja a mesma da importação de cada setor nacionalmente.

Posteriormente, o vetor de importações setoriais que compõe a matriz de Usos de cada UF é obtido pela multiplicação:

$$Vimp_{1xs}^{UF} = e'_{1xp} * Mimp_{1xs}^{UF} \quad (3.7)$$

²⁶ Os coeficientes de importação também devem ser construídos para os elementos da demanda final

Em que $Vimp_{1xs}^{UF}$ é o vetor de importações setoriais para cada UF e e'_{1xp} é um vetor linha de uns.

Na matriz nacional, o Valor Adicionado (VA) é composto de: (i) Salários; (ii) Contribuições sociais efetivas e imputadas – CSEI; (iii) Impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos; (iv) Outros impostos, líquidos de subsídios, sobre a produção; (v) Excedente Operacional Bruto (EOB); e (vi) Rendimento Misto Bruto (RMB). Estima-se cada um dos componentes do VA e, posteriormente, é feita uma compatibilização de valores pelo método RAS utilizando-se os dados do Novo Sistema de Contas Regionais do IBGE, que disponibiliza dados de VA (total) por UF para 18 setores.

Para o componente “Salários”, utiliza-se a participação de cada UF na massa salarial do setor, disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), além de dados da PNAD. Para o componente “Rendimento Misto Bruto (RMB)”, são utilizados dados da PNAD.

Para os demais componentes do VA, isto é, CSEI e EOB, assume-se a mesma estrutura da matriz de usos nacional e ajusta-se pelo método RAS. De forma que: (i) a soma dos elementos (CSEI e EOB) setoriais na matriz de usos estimada para cada UF seja a mesma das contas regionais; (ii) a proporção desses elementos no VA total da UF seja mantida a mesma das contas regionais; (iii) a soma dos totais do CSEI e do EOB em cada UF seja igual ao total nacional. Desse modo, garante-se a consistência entre os componentes do VA na matriz de usos estimada para as UFs e as Contas Regionais.

Os Impostos Indiretos Líquidos (IIL), tais como o Imposto de Importação, Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Imposto sobre Circulação de Bens e Serviços (ICMS) e outros impostos menos subsídios, também apresentados em um vetor linha, são obtidos para cada UF a partir de dados da Receita Federal, Tesouro Nacional, Previdência Social, Caixa Econômica Federal, FINBRA e ANP (*Royalties*).

No entanto, como tais informações não são disponibilizadas para os 68 setores, utiliza-se a Matriz de Usos nacional para proceder com a desagregação desses dados. Assim, como a referida matriz apresenta o valor dos impostos por setor e a produção total do referido setor para o Brasil, calcula-se a proporção entre o total de impostos arrecadados (por setor) e a produção total (por setor). Desse modo, a regionalização é feita aplicando essa proporção no IIL total arrecadado em cada estado, obtendo-se, assim, o IIL para cada um dos 68 setores.

Assim, diante dos procedimentos descritos, é possível estimar: (i) os VBPs regionais; (ii) os elementos do VA; (iii) as importações do restante do mundo; e (iv) os impostos indiretos líquidos para cada UF, de modo que as seguintes condições devem ser respeitadas: (i) o VBP

nacional deve ser igual à soma dos VBPs das UFs; (ii) Importações + IIL + VA = PIB pela ótica da renda; (iii) $VBP - \text{Importações} - IIL - VA = \sum CI$, o qual se refere ao vetor linha correspondente à soma ao longo das colunas do Consumo Intermediário de todos os setores.

Desse modo, todos os dados mencionados estabelecem uma correspondência entre o sistema inter-regional a ser estimado e o Sistema de Contas Regionais. Os próximos passos são a estimação dos elementos da Demanda Final e do Consumo Intermediário.

3.2.2.1. Estimação dos elementos da Demanda Final

Após as estimativas descritas, faz-se necessária a apresentação dos vetores referentes à Demanda Final – DF. A DF é composta dos cinco elementos, além da variação de estoques, a saber: (i) Exportações; (ii) Consumo das Famílias; (iii) Consumo das Instituições sem Fins Lucrativos (ISFL); (iv) Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF); e (v) Gastos do Governo. Apresenta-se a seguir a metodologia empregada para a desagregação dos elementos da DF presentes na Matriz de Usos nacional em informações regionais.

As informações sobre as exportações são obtidas através do AliceWeb. No caso das exportações, não é necessário identificar o setor que adquiriu o produto no exterior. Dessa forma, a regionalização é feita pela aplicação das proporções da exportação de cada produto, obtidas junto ao Alice Web para cada UF, aos valores de exportações presentes na Matriz de Usos nacional. Para os produtos cujos dados não estão disponíveis no AliceWeb, como é o caso de alguns serviços, utiliza-se a seguinte relação:

$$e_p^{UF} = e_p^N \frac{x_p^{UF}}{x_p^N} \quad (3.8)$$

Em que e_p^{UF} são as exportações regionais do produto p ; e_p^N são as exportações nacionais do produto p ; e x_p^{UF} e x_p^N são respectivamente a produção bruta total regional e nacional.

O Consumo das Famílias, por UF e por produto, é auferido a partir da desagregação do Consumo das Famílias, presente na Matriz de Usos nacional. Para isso, utiliza-se a participação de cada UF no consumo das famílias de cada produto, de acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar – POF.

A desagregação do Consumo das Instituições sem Fins Lucrativos da Matriz de Usos nacional em dados regionais é feita por meio de uma média simples entre a participação de cada UF no VBP dos seguintes setores: (i) Arte, cultura, esporte e recreação e outras atividades de

serviços (proveniente das Contas Regionais); (ii) e Organizações Associativas e Outros Serviços Pessoais (proveniente das Matrizes de Produção de cada UF, já estimadas).

A obtenção dos dados referentes à FBCF por UF segue o procedimento: (i) faz-se a média simples entre a participação das UFs no VBP nacional da Construção Civil e no Excedente Operacional Bruto (EOB) nacional, no intuito de obter, a partir da FBCF nacional, o total de FBCF para cada UF; (ii) em seguida, distribui-se o total de FBCF entres os setores das UFs utilizando a estrutura do vetor de EOB da respectiva UF, anteriormente estimado; (iii) torna-se necessário abrir o valor de FBCF de cada setor em cada UF nos 128 produtos, isto é, cada vetor linha de FBCF setorial das UFs precisa se tornar uma matriz (produto x setor), para isso, utiliza-se a matriz de absorção de investimentos desenvolvida conforme Miguez et al. (2017):

$$CMinv_{pxs}^N = Minv_{pxs}^N * inv(diag(\sum_{p=1}^{128} invest_{ps})) \quad (3.9)$$

$$FBCF_{pxs}^{UF} = CMinv_{pxs}^N * diag(fbck_{1xs}^{UF}) \quad (3.10)$$

$$fbcf_{1xp}^{UF} = FBCF_{pxs}^{UF} * e'_{sx1} \quad (3.11)$$

Em que $Minv_{pxs}^N$ é a matriz de investimentos; $invest_{ps}$ é cada elemento desta matriz de investimentos; $fbck_{1xs}^{UF}$ é o vetor de formação bruta de capital fixo setorial para cada UF; e $fbcf_{1xp}^{UF}$ é o vetor de formação de capital fixo por produto que será inserido na matriz de usos de cada UF.

Em seguida, é preciso utilizar o RAS para garantir que: (i) a soma da FBCF de cada produto, em todas as UFs, seja igual ao total nacional da FBCF daquele produto; (ii) a soma da FBCF nas UFs seja o total da FBCF nacional; (iii) a soma da FBCF dos produtos em cada UF seja o total de FBCF da UF (determinado anteriormente pela média da participação nacional dos setores da construção civil e do EOB de cada UF).

Os Gastos do Governo das UFs são estimados com base na participação de cada UF no PIB da administração pública, divulgados pelo IBGE nas Contas Regionais. Essa participação é aplicada à estrutura nacional dos Gastos do Governo, disponível na Matriz de Usos nacional²⁷.

²⁷ Além dos componentes anteriormente citados, a Demanda Final ainda apresenta a variação de estoques, mas esse componente será tratado posteriormente.

3.2.2.2. Estimação dos elementos do Consumo Intermediário

O próximo elemento da Matriz de Usos a ser abordado é o Consumo Intermediário – CI (produto x setor). A hipótese inicial é que a matriz de coeficientes técnicos diretos das UFs (A^{UFs} para $UF = 1, \dots, 27$) é igual à matriz de coeficientes técnicos diretos nacional (A^N). A partir dessa suposição, são utilizados os procedimentos descritos a seguir.

Primeiramente, calculam-se os fluxos intrarregionais, utilizando-se o método do Quociente Locacional Interindústrias ou *Cross Industries Locational Quotient* – CIQ. O CIQ é uma variação do Quociente Locacional simples – QL. Essa variação permite diferentes modificações em uma dada linha da matriz nacional de coeficientes técnicos.

Com essa técnica, é possível se fazer ajustes célula por célula em “ A^N ”, ao invés de empregar ajustes uniformes por toda a linha, como é o caso do QL, conforme descrito pela equação:

$$CIQ_{ps}^{UF,UF} = \left(\frac{x_p^{UF} / x_p^N}{x_s^{UF} / x_s^N} \right) \quad (3.12)$$

Em que x_p^{UF} e x_p^N são os produtos totais regionais e nacionais do produto p , respectivamente; x_s^{UF} e x_s^N são os produtos regionais e nacionais do setor s , respectivamente.

A ideia básica é que, se a produção regional do produto p relativo à produção nacional do produto p é maior do que a produção regional do setor s relativo à produção nacional do setor s , isto é $CIQ_{ps}^{UF} > 1$, então todos os s setores que precisam do insumo p podem ser supridos dentro da região, caso contrário, o insumo precisa ser importado (MILLER E BLAIR, 2009).

No entanto, o critério de ajuste do coeficiente nacional para o regional não é o mesmo para todos os produtos, pois é preciso considerar o potencial de comércio de cada produto, conforme a equação:

$$a_{ps}^{UF,UF} = \begin{cases} (CIQ_{ps}^{UF}) \cdot (a_{ps}^N) \dots se \dots (CIQ_{ps}^{UF} < X) \\ a_{ps}^N \cdot X \dots se \dots (CIQ_{ps}^{UF} \geq X) \end{cases} \quad (3.13)$$

Para os setores referentes à (i) Agricultura, (ii) Extração Mineral e (iii) Manufaturas, assume-se $X = 0,95$. Para os setores de (i) Administração Pública, (ii) Organizações Associativas e Serviços Pessoais e (iii) Serviços Domésticos, assume-se que $X = 1$. Para os demais setores, $X = 0,9$.

Após a estimação dos coeficientes intrarregionais para as 27 UFs ($A^{UF,UF}$), calculam-se os fluxos inter-regionais. Primeiramente, estimam-se as matrizes de coeficientes técnicos correspondentes aos fluxos de cada UF com o restante das UFs (RUFs), ou restante do país, conforme com a equação:

$$A^N - A^{UF,UF} = A^{RUF,UF} \quad (3.14)$$

Em que A^N é a matriz nacional de coeficientes técnicos; $A^{UF,UF}$ é a matriz de coeficientes técnicos intrarregional para cada UF, já estimada; $A^{RUF,UF}$ é a matriz inter-regional, que apresenta os coeficientes derivados do comércio do restante das UFs com cada UF.

Dessa forma, até agora, tem-se: (i) 27 matrizes intrarregionais, uma para cada UF; e (ii) 27 matrizes inter-regionais, relacionando o restante das UFs com cada UF. A próxima etapa é identificar a origem dos fluxos de compra de cada UF que compõe o agregado, aqui chamado de “restante das UFs”. Isto é, cada uma das 27 matrizes inter-regionais $A^{RUF,UF}$ será desagregada para cada uma das outras 26 UFs. Para isso, utiliza-se a equação²⁸:

$$Partic_p^{UFO \rightarrow UFD} = \frac{X_p^{UFO}}{X_p^N - X_p^{UFD}} \quad (3.15)$$

Em que $Partic_p^{UFO \rightarrow UFD}$ é a participação da UF de origem nas compras da UF de destino; X_p^{UFO} é a produção total do produto p na UF de Origem; X_p^{UFD} é a produção total do produto p na UF de Destino; X_p^N é a produção total Nacional do produto p .

Exemplificando, se o estado de São Paulo compra soja do estado do Paraná e sabe-se que o Brasil, sem considerar São Paulo, produz 100 milhões de reais em soja, desses 100 milhões o Paraná responde por 30 milhões, então São Paulo irá comprar 30% da soja que utiliza do estado do Paraná.

Obtida a matriz a inter-regional para cada uma das UFs, elas são normalizadas pela coluna, de modo que a soma de cada uma das colunas seja igual a um. Os fluxos em valores monetários são obtidos pela multiplicação dessas matrizes pelo consumo intermediário setorial de cada UF, conforme a equação:

$$CII_{pxs}^{UF} = CICI_{pxs}^{UF} * diag(CIT_{1xs}^{UF}) \quad (3.16)$$

²⁸ A proporção é a mesma para todos os setores dentro da região, ou seja, todos os setores que comprar o produto p dentro da UF, compram a mesma proporção.

Em que CII_{pxs}^{UF} é o consumo intermediário inter-regional em valores monetários para cada UF; $CICI_{pxs}^{UF}$ é o coeficiente inter-regional de consumo intermediário para cada UF; CIT_{1xs}^{UF} é o consumo intermediário total de cada setor em cada UF, que por sua vez é calculado conforme a equação:

$$CIT_{1xs}^{UF} = VBP_{1xs}^{UF} - VA_{1xs}^{UF} - ILL_{1xs}^{UF} - import_{1xs}^{UF} \quad (3.17)$$

Em que VBP_{1xs}^{UF} é o Valor Bruto de Produção para cada setor s em cada UF; VA_{1xs}^{UF} é o Valor Adicionado para cada setor s em cada UF; ILL_{1xs}^{UF} são os Impostos Indiretos Líquidos; $import_{1xs}^{UF}$ são as importações de cada setor em cada estado, ambos já estimados anteriormente.

3.2.2.3. Estimação dos fluxos inter-regionais da Demanda Final

No que diz respeito aos fluxos inter-regionais da Demanda Final, o presente método assume como hipótese a existência de fluxos apenas para o Consumo das Famílias e para a FBCF. O método não permite fluxos de comércio entre as UFs no que se refere às (i) Exportações; (ii) Consumo do Governo; e (iii) Consumo das Instituições sem Fins Lucrativos.

De posse das estimativas anteriormente calculadas para o Consumo das Famílias e para a FBCF, em cada UF e no país, utiliza-se o método do Quociente Locacional Simples (QL) para a estimação dos fluxos intrarregionais e inter-regionais desses elementos da Demanda Final.

Para isso, considere: (i) x_p^{UF} podendo ser o valor do Consumo das Famílias ou a FBCF para cada produto p na UF; (ii) x^{UF} o total do Consumo das Famílias ou FBCF na UF; (3) x_p^N o valor do Consumo das Famílias ou da FBCF para cada produto p no país; e (4) x^N o total do Consumo das Famílias ou FBCF no país. O Quociente Locacional Simples (QL_p^{UF}) para o Consumo das Famílias ou a FBCF na UF pode ser definido como:

$$QL_p^{UF} = \left(\frac{x_p^{UF} / x_p^N}{x^{UF} / x^N} \right) \quad (3.18)$$

O numerador reflete a proporção do Consumo das Famílias, ou FBCF, para cada produto p de uma determinada UF no Consumo das Famílias (ou FBCF) para cada produto p do país. Já o denominador expressa o quanto o total desses elementos da Demanda Final da UF

representa em relação ao total dos referidos elementos na Demanda Final nacional. Logo, se $QL_p^{UF} > 1$, a concentração do consumo de p na UF é maior do que no país.

O critério de decisão para a estimação do fluxo intrarregional, utilizando o Consumo das Famílias como exemplo, é:

$$CF_{ps}^{UF,UF} = \left\{ \begin{array}{l} (QL_{ps}^{UF}) \cdot (CF_{ps}^{UF}) \dots se \dots (QL_{ps}^{UF} < X) \\ CF_{ps}^{UF} \cdot X \dots se \dots (QL_{ps}^{UF} > X) \end{array} \right\} \quad (3.19)$$

Em que o valor de X pode variar de acordo com o setor, seguindo os mesmos critérios do consumo intermediário. No que diz respeito aos fluxos inter-regionais, repete-se exatamente o mesmo procedimento utilizado no Consumo Intermediário, utilizando a Equação 3.15, obtendo-se então todos os elementos necessários para a construção do sistema inter-regional.

3.2.2.4. Ajustes posteriores e transformação na dimensão setor x setor

Um ajuste é feito no intuito de haver consistência entre a matriz estimada e os dados de comércio entre os estados, mensurados pelo Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ. Para isso, ajustam-se os fluxos inter-regionais totais estimados aos divulgados pelo CONFAZ. Nas UFs onde o fluxo estimado pelo TUPI é maior do que o divulgado pelo CONFAZ, diminui-se a estimação feita pelo TUPI, aumentando o respectivo valor em outras UFs em que o fluxo estimado pelo TUPI for menor do que o do CONFAZ. No entanto, esse ajuste tem um limite, já que valores estimados pelo TUPI que forem muito abaixo dos divulgados pelo CONFAZ para uma determinada UF não podem ser totalmente compensados pela diminuição do referido fluxo em outras UFs, pelo fato de algumas vezes isso gerar valores negativos para estes fluxos.

Por fim, a Variação de Estoques é obtida por resíduo. No entanto, podem ser necessários alguns ajustes nessa diferença, pois alguns valores podem ser muito altos, tanto positivos como negativos.

Alguns dos critérios de ajuste são: (i) se na matriz nacional, para um dado setor, a variação de estoques é zero, então, na matriz inter-regional estimada, esse mesmo elemento deve ser zero para todos os estados. Nesse caso, se houver algum saldo nessa conta, o mesmo deve ser redistribuído ao longo da linha do Consumo Intermediário e da Demanda Final; (ii) é tolerada uma diferença entre a Variação de Estoque da matriz nacional e a de cada UF de 20%.

Os valores que excedem essa margem de tolerância são distribuídos ao longo da linha do Consumo Intermediário. Para manter a matriz balanceada, o valor aumentado (diminuído)

ao longo da linha é aumentado (diminuído) no mesmo setor para outro estado onde a tolerância também foi excedida, mas com sinal contrário.

Assim, após a estimação das 27 Matrizes de Produção (setor x produto) para cada uma das Unidades da Federação e da Matriz de Usos regionais e inter-regionais (produto x setor), finalmente, a Matriz Inter-regional de Insumo-produto (setor x setor) poderá ser calculada.

Para isso, é necessária a construção, para cada uma das UFs (com $UF = 1, \dots, 27$), das matrizes de coeficientes de produção CP_{sxp}^{UF} , que indicam a participação percentual de cada produto na produção de cada setor. Para isso, divide-se cada elemento das referidas matrizes regionais de produção pelo total de sua respectiva coluna.

$$CP_{sxp}^{UF} = MP_{sxp}^{UF} * inv(diag(\sum_{p=1}^{128} mp_{sp}^{UF})) \quad (3.20)$$

Em que CP_{sxp}^{UF} são os coeficientes de produção para as UFs; MP_{sxp}^{UF} são matriz de produção de cada UF; e mp_{ij}^{UF} é cada elemento sp da matriz de produção em cada UF. Posteriormente, cria-se uma matriz bloco-diagonal composta de todas as 27 matrizes CP_{sxp}^{UF} criadas (setor x produto), com o número de colunas igual ao número de linhas da matriz inter-regional de usos U de cada UF (produto x setor) já estimadas, isso permite a pré-multiplicação:

$$\begin{bmatrix} CP_{sxp}^{UF1} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & CP_{sxp}^{UF27} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} U_{pxs}^{UF1,UF1} & \dots & U_{pxs}^{UF1,UF27} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{pxs}^{UF27,UF1} & \dots & U_{pxs}^{UF27,UF27} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{sxs}^{UF1,UF1} & \dots & Z_{sxs}^{UF1,UF27} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{sxs}^{UF27,UF1} & \dots & Z_{sxs}^{UF27,UF27} \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

A matriz Z resultante é a Matriz de Consumo Intermediário (setor x setor). Os elementos da Demanda Final também podem ser multiplicados pela Matriz de coeficientes CP_{sxp}^{UF} para obter-se a Demanda Final (setor x setor), utilizando o Consumo das Famílias como exemplo:

$$CF_{sxl}^{UF} = CP_{sxp}^{UF} * CF_{pxl}^{UF} \quad (3.22)$$

Em que CF_{sxl}^{UF} é o Consumo das Famílias para uma determinada UF por setor s ; CF_{pxl}^{UF} é o Consumo das Famílias para a respectiva UF por produto p .

A mesma operação é feita para todos os outros elementos da Demanda Final, já estimados por produto p .

3.3. *Interregional Input-Output Adjustment System – IIOAS*

A descrição do processo de construção do sistema interestadual de insumo-produto utilizando o método IIOAS será feita em três etapas. Inicialmente, serão arrolados os dados mínimos necessários para a construção do sistema; posteriormente, será detalhado processo de construção das matrizes de comércio inter-regionais; e, finalmente, será descrito o processo de regionalização da matriz nacional.

3.3.1. **Base de Dados**

A aplicação do método IIOAS ao caso brasileiro utiliza, como ponto de partida, informações contidas em um sistema nacional de insumo-produto: (i) matriz de produção, (ii) matriz de usos e recursos a preços básicos, (iii) matrizes de impostos indiretos (ICMS + IPI + OIIL), (iv) matriz de importação e (v) matriz de imposto de importação, desagregadas em 128 produtos e 68 setores.²⁹ As referidas matrizes foram estimadas para o ano de 2011 segundo a metodologia disponível em Guilhoto e Sesso Filho (2005a) e Guilhoto e Sesso Filho (2010).

A transformação das matrizes nacionais, que estão na dimensão (produto x setor), na dimensão (setor x setor), conforme utilizado no presente estudo, é feita multiplicando-as por uma matriz de proporções obtida a partir da participação de cada elemento da matriz de produção no total de produção de cada setor.³⁰

Para a estimação do sistema inter-regional, além dos dados nacionais, são utilizadas as seguintes informações: (i) valor bruto da produção (por UF e por setor) – VBP^R –; (ii) exportações (por UF e por setor) – X^R –; (iii) valor adicionado (por UF e por setor) – VA^R –; (iv) investimento total por UF – $INVT^R$ –; (v) consumo total das famílias por UF – CFT^R –; e (vi) total de gastos do governo por UF – GGT^R –. Todas essas informações são as mesmas utilizadas para a construção do TUPI, geradas utilizando as mesmas fontes e os mesmos métodos já descritos anteriormente, ou seja, essas informações são comuns aos dois sistemas estimados pelos métodos TUPI e IIOAS, isso garante que as diferenças entre os dois sistemas inter-regionais de insumo-produto estimados sejam apenas provenientes das especificidades na utilização de cada método.

²⁹ A lista completa dos 68 setores utilizados é apresentada no Anexo I.

³⁰ O método IIOAS possibilita trabalhar tanto no contexto de sistemas com dimensão (produto x setor) como com dimensão (produto x produto).

3.3.2. Estimação das Matrizes de Comércio Interestaduais

Uma etapa fundamental no processo de construção do sistema inter-regional é a estimação das matrizes de comércio interestaduais. Para tanto, é necessário calcular (i) a demanda regional por produtos domésticos; (ii) a demanda regional por produtos importados; e (iii) a oferta total de cada região, por setor, para o mercado doméstico e o mercado internacional.

No IIOAS, predomina a hipótese de que tanto a demanda regional por produtos domésticos como a demanda regional por importações seguem o padrão nacional para todos os usuários, isto é, todos os agentes econômicos compartilham a mesma tecnologia e as mesmas preferências. No entanto, dadas as diferentes matrizes de comércio estimadas para cada setor (produto), as procedências de insumos intermediários e produtos finais utilizados em cada região diferirão.

Para a obtenção da demanda regional por produtos domésticos, por UF, é construída, para cada usuário, a matriz de coeficientes geradores de demanda (DOMGEM). Esses coeficientes são obtidos a partir do cálculo da participação de cada elemento da matriz de usos nacional ($setor(i) \times setor(j)$)³¹, considerando apenas os fluxos de produtos domésticos, no total de sua referida coluna. Para os elementos do consumo intermediário:

$$CCI_{ij}^{DOM} = Z_{ij}^{DOM} * \hat{X}_j^{-1} \quad (3.23)$$

Em que CCI_{ij}^N é o coeficiente nacional de consumo intermediário de insumos domésticos; Z^{DOM} é a matriz de elementos do consumo intermediário de insumos domésticos; e X_j é o vetor de valor bruto da produção setorial. O resultado é uma matriz de participações (68x68). No que se refere aos componentes da absorção interna que compõem a demanda final (investimento, consumo das famílias e gastos do governo), utiliza-se a participação de cada elemento associado à demanda nacional por produtos domésticos no total da respectiva coluna:

$$CINV_{ixl}^{DOM} = \frac{inv_i^{DOM}}{INVT^N}; CCF_{ixl}^{DOM} = \frac{cf_i^{DOM}}{CFT^N}; CGG_{ixl}^{DOM} = \frac{gg_i^{DOM}}{GGT^N} \quad (3.24)$$

Em que inv_i^{DOM} , cf_i^{DOM} e gg_i^{DOM} são, respectivamente, cada elemento i dos vetores de investimentos, consumo das famílias e gastos do governo, na matriz de usos, e $INVT^N$, CFT^N , GGT^N são respectivamente os valores totais (incluindo os impostos) de investimentos, consumo das famílias e gastos do governo na mesma matriz nacional.

³¹ Em que o setor i é o vendedor e o setor j é o comprador.

A demanda por produtos domésticos em cada UF é, então, obtida multiplicando-se os coeficientes anteriormente criados pelo: (i) valor bruto de produção por UF e por setor – VBP^R –; (ii) investimento total por UF – $INVT^R$ –; (iii) consumo total das famílias por UF – CFT^R –; e (iv) total de gastos do governo por UF – GGT^R .

$$CI_{ij}^{R,DOM} = CCI_{ij}^{DOM} * diag(VBP_{il}^R) \quad \forall i, j = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.25)$$

$$INV_{il}^{R,DOM} = CINV_{il}^{DOM} * INVT_{il}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.26)$$

$$CF_{il}^{R,DOM} = CCF_{il}^{DOM} * CFT_{il}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.27)$$

$$GG_{il}^{R,DOM} = CGG_{il}^{DOM} * GGT_{il}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.28)$$

Em que $CI_{ij}^{R,DOM}$ é o consumo intermediário de produtos domésticos em cada região R; $INV_{il}^{R,DOM}$ é o consumo de bens de capital produzidos no país, em cada região R; $CF_{il}^{R,DOM}$ é o consumo das famílias de produtos nacionais, em cada região R; e $GG_{il}^{R,DOM}$ são os gastos do governo em produtos domésticos, em cada região R. Posteriormente, a demanda total por produtos domésticos (DEMDOM), por UF, é obtida somando:

$$DEMDOM_{il}^R = \sum_{j=1}^{68} CI_{ij}^{R,DOM} + INV_{il}^{R,DOM} + CF_{il}^{R,DOM} + GG_{il}^{R,DOM} \quad \begin{matrix} \forall i = 1, \dots, 68; \\ \forall R = 1, \dots, 27 \end{matrix} \quad (3.29)$$

No que diz respeito à demanda por produtos importados, o procedimento é similar. São construídos coeficientes geradores de demanda por produtos importados (IMPGEN) a partir do cálculo da participação de cada elemento da matriz nacional de importações nos totais de cada coluna da matriz de usos nacional. No caso do consumo intermediário, o coeficiente indica o quanto a importação representa da produção nacional:

$$CCI_{ij}^{IMP} = Z^{IMP} * \hat{X}^{-1} \quad (3.30)$$

Em que CCI_{ij}^{IMP} é o coeficiente de consumo intermediário para produtos importados e Z^{IMP} é a matriz de importação para consumo intermediário. No que diz respeito aos elementos da demanda final:

$$CINV_{il}^{IMP} = \frac{inv_i^{IMP}}{INVT^N}; CCF_{il}^{IMP} = \frac{cf_i^{IMP}}{CFT^N}; CGG_{il}^{IMP} = \frac{gg_i^{IMP}}{GGT^N} \quad (3.31)$$

Em que inv_i^{IMP} cf_i^{IMP} gg_i^{IMP} são, respectivamente, cada elemento i do vetor de investimento, consumo das famílias e gastos do governo, na matriz nacional de importações; e $CINV_{ixl}^{IMP}$ é a participação da demanda por produtos importados para investimento no investimento total, CCF_{ixl}^{IMP} é a participação dos produtos importados para consumo das famílias no consumo total das famílias, e CGG_{ixl}^{IMP} é a participação dos gastos do governo em produtos importados no total de gastos do governo. Para obter-se a demanda por produtos importados por estado, multiplica-se:

$$CI_{ixj}^{R,IMP} = CCI_{ixj}^{IMP} * diag(VBP_{ixl}^R) \quad \forall i, j = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.32)$$

$$INV_{ixl}^{R,IMP} = CINV_{ixl}^{IMP} * INVT_{ixl}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.33)$$

$$CF_{ixl}^{R,IMP} = CCF_{ixl}^{IMP} * CFT_{ixl}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.34)$$

$$GG_{ixl}^{R,IMP} = CGG_{ixl}^{IMP} * GGT_{ixl}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.35)$$

Em que $CI_{ixj}^{R,IMP}$ é a importação para consumo intermediário por setor em cada região; $INV_{ixl}^{R,IMP}$ é a importação para investimento em cada região; $CF_{ixl}^{R,IMP}$ é a importação para consumo das famílias em cada região; e $GG_{ixl}^{R,IMP}$ é o gasto do governo com importações, em cada região. A demanda por produtos importados por região é então calculada pela soma:

$$DEMIMP_{ixl}^R = \sum_{j=1}^{68} CI_{ixj}^{R,IMP} + INV_{ixl}^{R,IMP} + CF_{ixl}^{R,IMP} + GG_{ixl}^{R,IMP} \quad \begin{matrix} \forall i = 1, \dots, 68 \\ \forall R = 1, \dots, 27 \end{matrix} \quad (3.36)$$

Essa regionalização é consistente com os valores das matrizes nacionais, isto é, a soma de $DEMDOM_{ixl}^R$ para todo R deve ser igual ao VBP de cada setor na matriz de usos nacional, descontando as exportações. Além disso, a soma de $DEMIMP_{ixl}^R$ para todo R deve ser igual ao total importado por setor na matriz nacional de importação.

Colocando lado a lado os vetores de demanda por produtos domésticos $DEMDOM_{ixl}^R$ para todo o R , tem-se uma matriz de dimensões (ixR) em que cada linha dessa matriz representa a demanda doméstica de um setor i por cada uma das 27 UFs – $DEMDOM_{ixR}$.

Já para a demanda por produtos importados $DEMIMP_{ixl}^R$, colocando-se lado a lado cada vetor R , tem-se uma matriz (ixR) em que cada linha representa o total de importações de um setor i por cada região R – $DEMIMP_{ixR}$.

A próxima etapa é estimar a oferta doméstica setorial – $OFDOM$ – em cada UF, que é obtida pela diferença entre o VBP^R por setor de cada UF e as exportações X^R por setor em cada UF.

$$OFDOM_{ixl}^R = VBP_{ixl}^R - X_{ixl}^R \quad \forall i = 1, \dots, 68 ; \forall R = 1, \dots, 27 \quad (3.37)$$

Colocando-se lado a lado cada vetor R , tem-se uma matriz (ixR) em que cada linha representa o total ofertado domesticamente por cada setor i em cada região R . De posse da oferta doméstica de produtos por UF e da demanda doméstica de todos os usuários por UF, é feito, então, um ajuste no total demandado do país (soma de todos os estados), para que o sistema fique em equilíbrio, ou seja, para que o total demandado domesticamente seja igual ao total ofertado dentro do país.³²

Posteriormente, são construídas, para cada setor i , matrizes de participação no fluxo de comércio interestadual ($SHIN$), representando as participações de cada UF no total do comércio doméstico, para cada setor i . Considerando as UFs de origem, s , e de destino, d , são construídas 68 matrizes (uma para cada setor) de dimensão (27×27) .

Utilizaram-se duas equações para a construção das referidas participações. A Equação 3.38 foi utilizada para o cálculo do valor inicial da participação do comércio intraestadual na demanda regional, ou seja, a diagonal principal das matrizes de comércio. A Equação 3.39 foi utilizada para estimar os fluxos de comércio interestaduais. Ambas as equações são baseadas em Dixon e Rimmer (2004).

$$SHIN(i, d, d) = Min \left\{ \frac{OFDOM(i, d)}{DEMDOM(i, d)}, 1 \right\} * F \quad (3.38)$$

Em que $SHIN(i, d, d)$ é participação do setor i no comércio nacional que é realizada dentro de cada UF. A participação no fluxo de comércio intraestadual é definida pela relação entre a oferta e a demanda do setor i dentro do estado. Se a oferta for superior à demanda, define-se que toda a demanda é atendida internamente. Contudo, baseado em Haddad et al. (2016), multiplica-se esse resultado por um fator (F) que dá a dimensão do potencial de comércio de

³² O ajuste é feito na demanda doméstica pelo fato dos dados de exportações, determinantes para o cálculo das vendas domésticas, serem mais confiáveis, por serem oficialmente divulgados pelo MDIC.

cada setor. Para os setores 1 a 36, que representam, em termos gerais, a produção agropecuária e industrial, setores que usualmente possuem maior potencial de comercialização inter-regional, utilizou-se $F = 0,5$ como valor inicial. Já para os setores 37 a 68, que representam basicamente os setores de comércio e os de serviços, geralmente com menor potencial de comercialização inter-regional, utilizou-se $F = 0,95$. O comércio interestadual é definido pela Equação 3.39:

$$SHIN(i, s, d) = \left\{ \frac{1}{imped(s, d)} \cdot \frac{OFDOM(i, s)}{\sum_{k=1}^{27} OFDOM(i, k)} \right\} * \left\{ \frac{1 - SHIN(i, d, d)}{\sum_{j=1, j \neq d}^{27} \left[\frac{1}{imped(j, d)} \cdot \frac{OFDOM(i, j)}{\sum_{k=1}^{27} OFDOM(i, k)} \right]} \right\} \quad (3.39)$$

Em que $SHIN(i, s, d)$ é a participação do fluxo de comércio do setor i com origem na UF s e destino na UF d ; a impedância é o tempo médio de viagem entre as UFs³³, considerando todos os modais. Depois de consolidadas, a soma de cada coluna de cada matriz $SHIN$, gerada para cada setor, é sempre igual a 1.

Após a obtenção das matrizes $SHIN$ ³⁴ de participações para cada setor i (com $i = 1, \dots, 68$), foram construídas as matrizes de comércio, multiplicando-se cada $SHIN(i, s, d)$, (em que para $s=d$ utiliza-se $SHIN(i, d, d)$), por seu respectivo valor de referência i na matriz $DEMDOM_{i \times R}$.

$$TRADE_i^{sd} = SHIN(i, s, d) * diag[DEMDOM_{i \times R}(i, 1 : R)] \quad \forall i = 1, \dots, 68 \quad (3.40)$$

Em que $TRADE_i^{sd}$ são as i matrizes de comércio com origem na região s e destino na região d . Tal procedimento faz com que a soma das colunas de cada $TRADE_i^{sd}$ seja igual à demanda da respectiva região d pelos produtos da região s , para cada setor i . No entanto, a soma nas linhas não é necessariamente igual à oferta de cada setor i da região s para d . Isso torna necessária a utilização do método iterativo RAS para que as matrizes de comércio convirjam ao longo da linha com a oferta, e da coluna com a demanda, do setor i para cada par (s, d) .

³³ Foram utilizadas informações do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), do Ministério dos Transportes, para o ano de 2011.

³⁴ As matrizes $SHIN$ são compostas por $SHIN(i, d, d)$ na diagonal principal e $SHIN(i, s, d)$ fora da diagonal principal.

Posteriormente ao RAS, inclui-se em cada $TRADE_i^{sd}$ sua respectiva linha i da matriz $DEMIMP_{ixR}$, incluindo o exterior nas regiões de origem, s .³⁵

3.3.3. Processo de Regionalização

As 68 matrizes de comércio estimadas são, por construção, consistentes com a oferta e a demanda nacional em cada um dos setores. Após a inclusão da linha referente às importações, as $TRADE_i^{sd}$ revelam o quanto cada estado brasileiro vende para cada um dos outros estados e o quanto compra de cada um dos outros estados e do exterior. Todavia, não se sabe no estado de destino se o produto foi adquirido para consumo intermediário (e, nesse caso, qual setor adquiriu o produto) ou se o produto foi adquirido por um dos usuários da demanda final.

Para resolver essas questões, utiliza-se uma hipótese presente originalmente no modelo multirregional de Chenery-Moses, proposto por Chenery (1953) e Moses (1955), em que se aplica a mesma participação regional na aquisição dos insumos para todos os setores e na aquisição de produtos finais por todos os usuários finais, dentro de uma determinada região. Isto é, se, de acordo com informações das matrizes $TRADE_i^{sd}$, 40% do produto i consumido na região d tem sua origem na região s , 30% na região l e 30% é produzido internamente, esses percentuais serão os mesmos aplicados para todos os setores na região d que adquirem o produto i e para todos os usuários. Generalizando, utiliza-se o mesmo coeficiente de comércio para qualquer que seja o setor ou usuário na região de destino.

A primeira etapa do processo de regionalização é calcular, a partir das matrizes $TRADE_i^{sd}$, construídas e balanceadas pelo método RAS, uma nova matriz de participações comerciais $SHIN_N$, para cada setor i :

$$SHIN_N_{sxd}^i = TRADE_i^{sd} * \{inv[diag(\sum_{s=1}^{27} trade_i^{sd})]\} \quad (3.41)$$

Em que $trade_i^{sd}$ é cada elemento da matriz $TRADE_i^{sd}$, com s representando as 28 regiões de origem (27 nacionais + exterior) e d as regiões de destino (27 nacionais). Posteriormente, são utilizados os elementos da matriz de usos nacional para construir os coeficientes nacionais de consumo intermediário CC^N , investimento $CINV^N$, consumo das famílias CCF^N e gastos do governo CGG^N . Para o consumo intermediário:

³⁵ Isso faz com que as regiões de destino sejam $d = 27$ UFs e as regiões origem $s = 28$, representadas pelas 27 UFs + exterior.

$$CC_{ixj}^N = Z_{ixj}^{DOM+IMP} * (diag CT_{1xj}^N)^{-1} \quad (3.42)$$

Em que $Z_{ixj}^{DOM+IMP}$ é uma matriz de consumo intermediário em que cada elemento ij é resultado da soma das fontes: doméstica (da matriz de usos nacional) e importada (da matriz de importação nacional) e CT_j^N é o vetor com o consumo intermediário total para cada setor de destino j . O consumo intermediário total na matriz é o resultado da subtração:

$$CT_{1xj}^N = VBP_{1xj}^N - VA_{1xj}^N \quad (3.43)$$

Em que VBP_{1xj}^N é o valor bruto de produção nacional para cada setor j ; e VA_{1xj}^N é o valor adicionado nacional para cada setor j . No que diz respeito aos elementos da demanda final, divide-se cada elemento de cada vetor da demanda final pelo seu respectivo total (incluindo importação e impostos indiretos), obtendo-se, respectivamente, o coeficiente de investimento, o coeficiente de consumo das famílias e o coeficiente de gastos do governo:

$$CINV_{ix1}^N = \frac{inv_i^{DOM+IMP}}{INVT^N}; CCF_{ix1}^N = \frac{cf_i^{DOM+IMP}}{CFT^N}; CGG_{ix1}^N = \frac{gg_i^{DOM+IMP}}{GGT^N} \quad (3.44)$$

Em que $inv_i^{DOM+IMP}$ é cada valor no vetor de investimento; $cf_i^{DOM+IMP}$ é cada valor no vetor de consumo das famílias; e $gg_i^{DOM+IMP}$ é cada valor no vetor de gastos do governo (considerando as fontes domésticas + importada) e $INVT^N$, CFT^N e GGT^N são, respectivamente, o total das colunas de investimento (FBCF), consumo das famílias e gastos do governo na matriz de usos nacional³⁶.

Em seguida, são construídos os coeficientes regionais. Para isso, as 68 matrizes $SHIN_N$ (que representam, para cada setor da economia, a proporção dos fluxos de comércio entre cada região de origem e de destino) são transformadas em 28 matrizes $SHIN_S$ de dimensões 68x27 (que representam, para cada origem, inclusive o exterior, a proporção de consumo de cada setor em cada região de destino). Cada uma das 28 matrizes $SHIN_S$ representa uma região de origem de comércio: em suas linhas estão dispostos os 68 setores da economia e em suas colunas as 27 regiões de destino dos fluxos de comércio.

Desta forma, tomando como exemplo o primeiro estado elencado no modelo, Rondônia, a matriz $SHIN_S$ para esse estado será composta de todas as primeiras linhas das 68 matrizes $SHIN_N$ e, assim, sucessivamente.

³⁶ Considera-se o total da coluna incluindo as importações e os impostos.

Para a construção dos coeficientes regionais de consumo intermediário - RCC, cada coluna de cada uma das 28 matrizes SHIN_S é então diagonalizada e multiplicada por CC_{ixj}^N :

$$RCC_{ixj}^{sd} = \text{diag}(SHIN_S(1:i;d)) * CC_{ixj}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.45)$$

Em que s são as 28 regiões de origem e d são as 27 regiões de destino. A partir da Equação 3.45, pode-se então construir, para cada uma das 28 regiões de origem, 27 matrizes de destino, num total de 756 matrizes de dimensão 68x68, que representam a participação de cada um dos setores no consumo intermediário em cada uma das regiões de destino.

Em relação aos elementos da demanda final, o procedimento é semelhante. Entretanto, são construídos, para cada região s , 27 vetores 68x1, referentes às participações de cada uma das 27 regiões de destino d na aquisição da produção de cada um dos 68 setores.

A demanda final por investimento para cada região é:

$$RCINV_{ixl}^{sd} = \text{diag}(SHIN_S(1:i;d)) * CINV_{ixl}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.46)$$

A demanda final para o consumo das famílias para cada região é:

$$RCCF_{ixl}^{sd} = \text{diag}(SHIN_S(1:i;d)) * CCF_{ixl}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.47)$$

A demanda final do governo para cada região é:

$$RCGG_{ixl}^{sd} = \text{diag}(SHIN_S(1:i;d)) * CGG_{ixl}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.48)$$

Para obter-se a participação regional dos impostos indiretos pagos por cada usuário do sistema, são construídos coeficientes a partir da matriz nacional de impostos. Estes coeficientes são calculados para o consumo intermediário, o investimento e o consumo das famílias³⁷, conforme as Equações 3.49 a 3.54:

Consumo intermediário:

$$CTC_{ixj}^N = TC_{ixj}^N * (\text{diag}CT_{1xj}^N)^{-1} \quad (3.49)$$

Em que CTC_{ixj}^N é uma matriz de coeficientes nacionais de impostos indiretos sobre o consumo intermediário; TC_{ixj}^N são os impostos indiretos sobre o consumo intermediário na matriz de impostos nacional; e CT_{1xj}^N é o consumo intermediário total por setor de atividade.

Investimento:

³⁷ Para os gastos do governo, os impostos são considerados zero.

$$CTI_{ixl}^N = \frac{tin v_i^N}{INVT^N} \quad (3.50)$$

Em que CTI_{ixl}^N é o vetor de coeficientes nacionais de impostos indiretos que incidem sobre a demanda por investimentos, calculado dividindo-se cada elemento do vetor dos impostos sobre a demanda por investimentos $tin v_i^N$, obtida na matriz de impostos nacional, pela demanda total por investimentos, obtida na matriz de usos nacional.

Consumo das famílias:

$$CTCF_{ixl}^N = \frac{tc f_i^N}{CFT^N} \quad (3.51)$$

Em que $CTCF_{ixl}^N$ é o vetor de coeficientes de impostos indiretos sobre o consumo das famílias, calculado dividindo-se cada elemento dos impostos sobre o consumo das famílias $tc f_i^N$, obtido na matriz de impostos nacional, pela demanda total das famílias, obtida na Matriz de Usos nacional.

Após a construção dos coeficientes nacionais, os coeficientes regionais são obtidos a partir da multiplicação de cada uma das colunas das matrizes de participações SHIN_S pelo coeficiente nacional de impostos.

Logo, o coeficiente regional para os impostos indiretos sobre o consumo intermediário para cada uma das s regiões pode ser representado por:

$$RCTC_{ixj}^{sd} = diag(SHIN_S(1:i;d)) * CTC_{ixj}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.52)$$

O que vai gerar, novamente, 756 matrizes de dimensões 68x68 representando os coeficientes de impostos indiretos regionais para cada par de regiões sxd .

O coeficiente regional dos impostos indiretos sobre o investimento:

$$RCTI_{ixl}^{sd} = diag(SHIN_S(1:i;d)) * CTI_{ixl}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.53)$$

No caso do coeficiente regional de impostos sobre o investimento, são construídos 756 vetores de dimensões 68x1 representando a proporção paga em impostos na aquisição dos produtos para investimento em cada par de regiões sxd . O mesmo vale para o coeficiente regional de impostos sobre o consumo das famílias, representado pela equação:

$$RCTCF_{ixl}^{sd} = diag(SHIN_S(1:i;d)) * CTCF_{ixl}^N \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.54)$$

A transformação dos coeficientes regionais em fluxos monetários entre as regiões é feita multiplicando estes coeficientes pelos valores regionais, arrolados na seção 3.3.1 (“Base de Dados”). No caso do consumo intermediário para cada par de regiões sxd :

$$RC_{ixj}^{sd} = RCC_{ixj}^{sd} * diag(RCT_{lxj}^d) \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.55)$$

Em que RC_{ixj}^{sd} é o consumo intermediário regional para cada par de regiões sxd ; e RCT_{lxj}^d é o consumo intermediário regional total, obtido pela diferença entre o valor bruto da produção regional e o valor adicionado regional, ambos já conhecidos.

Para a demanda por investimentos:

$$RINV_{ixl}^{sd} = RCIN_{ixl}^{sd} * RINVT_{lxl}^d \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.56)$$

Em que $RINV_{ixl}^{sd}$ é a demanda por investimento regional para cada par de regiões sxd ; e $RINVT_{lxl}^d$ é a demanda por investimento regional total.

Para o consumo das famílias:

$$RCF_{ixl}^{sd} = RCCF_{ixl}^{sd} * RCFT_{lxl}^d \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.57)$$

Em que RCF_{ixl}^{sd} é o consumo regional das famílias para cada par de regiões sxd ; e $RCFT_{lxl}^d$ é o consumo regional total das famílias.

Para os gastos do governo:

$$RGG_{ixl}^{sd} = RCGG_{ixl}^{sd} * RGGT_{lxl}^d \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.58)$$

Em que RGG_{ixl}^{sd} são os gastos do governo para cada par de regiões sxd ; e $RGGT_{lxl}^d$ são os gastos totais do governo por região.

As exportações para o exterior já são conhecidas, portanto, seus valores são apenas alocados no sistema inter-regional.

Na transformação dos coeficientes de impostos indiretos que incidem sobre os usuários do sistema em valores monetários, o procedimento é semelhante.

Para os impostos que incidem sobre o consumo intermediário:

$$RTC_{ij}^{sd} = RCTC_{ij}^{sd} * diag(RCT_{lj}^d) \quad \forall d = 1, \dots, 27, \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.59)$$

Para os impostos que incidem sobre a demanda por investimento:

$$RTI_{il}^{sd} = RCTI_{il}^{sd} * RINVT_{lj}^d \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.60)$$

Para os impostos que incidem sobre o consumo das famílias:

$$RTCF_{il}^{sd} = RCTCF_{il}^{sd} * RCFT_{lj}^d \quad \forall d = 1, \dots, 27; \forall s = 1, \dots, 28 \quad (3.61)$$

Para fechar o sistema inter-regional, faltam apenas os elementos do valor adicionado regional – VA^R –, que já são conhecidos. Dessa forma, têm-se então todos os elementos necessários para a construção do sistema inter-regional de insumo-produto para os 26 estados brasileiros e o DF, conforme o a Figura 3.3.

Figura 3.3: Elementos do Sistema Interestadual de Insumo-produto

	Consumo Intermediário			Demanda por Investimento			Consumo das Famílias			Export.	Consumo do Governo			Variação de Estoques	Demanda Total
Consumo	$RC_{68 \times 68}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$RC_{68 \times 68}^{RO \rightarrow DF}$	$RINV_{68 \times 1}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$RINV_{68 \times 1}^{RO \rightarrow DF}$	$RCF_{68 \times 1}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$RCF_{68 \times 1}^{RO \rightarrow DF}$	$XR_{68 \times 1}^{RO \rightarrow TP}$	$RGG_{68 \times 1}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$RGG_{68 \times 1}^{RO \rightarrow DF}$	$VE_{68 \times 1}^{RO}$	$DT_{68 \times 1}^{RO}$
	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Intermediário	$RC_{68 \times 68}^{IMP \rightarrow RO}$	$\dots$	$RC_{68 \times 68}^{IMP \rightarrow DF}$	$RINV_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow RO}$	$\dots$	$CR_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow DF}$	$RCF_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow RO}$	$\dots$	$RCF_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow DF}$	$XR_{68 \times 1}^{DF \rightarrow TP}$	$RGG_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow RO}$	$\dots$	$RGG_{68 \times 1}^{IMP \rightarrow DF}$	$VE_{68 \times 1}^{IMP}$	$DT_{68 \times 1}^{IMP}$
Impostos	$\sum_{i=1}^{68} \sum_{S=RO}^{DF} RTC_{68 \times 68}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$\sum_{i=1}^{68} \sum_{S=RO}^{DF} RTC_{68 \times 68}^{RO \rightarrow DF}$	$\sum_{S=RO}^{DF} RTI_{68 \times 1}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$\sum_{S=RO}^{DF} RTI_{68 \times 1}^{RO \rightarrow DF}$	$\sum_{S=RO}^{DF} RTCF_{68 \times 1}^{RO \rightarrow RO}$	$\dots$	$\sum_{S=RO}^{DF} RTCF_{68 \times 1}^{RO \rightarrow DF}$	0	0	$\dots$	0	-	-
Valor Adicionado	$RVA_{1 \times 68}^{RO}$	$\dots$	$RVA_{1 \times 68}^{DF}$	-			-			-				-	-
Valor Bruto de produção	$VBPR_{1 \times 68}^{RO}$	$\dots$	$VBPR_{1 \times 68}^{DF}$	-			-			-				-	-

Fonte: Haddad, Gonçalves Junior e Oliveira (2017).

No sistema inter-regional de insumo-produto, o valor bruto da produção regional, VBP^R , precisa ser igual à demanda total de cada região DT^R . Essa conferência pode ser feita utilizando-se a equação do valor bruto de produção regional abaixo:

$$VBP_j^R = \sum_{i=1}^{68} RC_{ij}^{sd} + \sum_{i=1}^{68} RTC_{ij}^{sd} + RVA_j^{sd} \quad (3.62)$$

Em que VBP_j^R é o valor bruto de produção regional para cada setor j ; RC_{ij}^{sd} é a matriz de consumo intermediário regional; RTC_{ij}^{sd} é a matriz de impostos indiretos que incidem sobre o consumo intermediário regional; e RVA_j^{sd} é o valor adicionado regional para cada setor j . A Equação da demanda total dos usuários pode ser escrita como:

$$DT_i^R = \sum_{j=1}^{68} RC_{ij}^{sd} + RINV_i^{sd} + RFC_i^{sd} + XR_i^{sd} + RGG_i^{sd} \quad (3.63)$$

Em que DT_i^R é a demanda total regional do setor i ; $RINV_i^{sd}$ é a demanda por investimento por região; RFC_i^{sd} é o consumo das famílias por região; XR_i^{sd} são as exportações por região; e RGG_i^{sd} é o gasto do governo por região. Um ajuste pode ser feito para o caso da existência de variação de estoques, VE_i^R , completando o sistema:

$$VE_i^R = VBP_i^R - DT_i^R \quad (3.64)$$

Após a descrição detalhada do TUPI e do IIOAS, utilizados na construção de dois diferentes sistemas inter-regionais de insumo-produto para as 27 UFs brasileiras, a Figura 3.4 apresenta um resumo das principais semelhanças e diferenças entre os referidos métodos.

Figura 3.4: Resumo das diferenças entre o TUPI e o IIOAS

Componente da Matriz	TUPI	IIOAS
CI (Intrarregional)	QL interindústrias, com uma regra de decisão diferente, baseada no potencial de comércio do setor.	Relação oferta e demanda regional, multiplicada por um fator que varia conforme o potencial de comércio do setor.
CI (Inter-regional)	Participação da região de origem na produção nacional, descontada a produção da região de destino.	Relação entre a participação da região ofertante no total da oferta nacional e o tempo de viagem médio entre a região ofertante e a região demandante.
VA	O mesmo	O mesmo
Impostos	Total regional obtido por dados da Receita Federal, FINBRA e outros. Desagregação dos setores feita com base na proporção: impostos arrecadados / produção total por setor, com base na matriz de Usos nacional.	Utiliza como base a matriz nacional de impostos. A regionalização é feita com base na participação proveniente das matrizes de comércio.
Importação	Participação dos estados nas importações nacionais obtida pelo AliceWeb, para os produtos disponíveis. E participação da demanda total dos estados na demanda total nacional, multiplicada pelas importações nacionais, para os produtos não disponíveis no AliceWeb. Também se utiliza como base a matriz nacional de importações.	Utiliza como base os “geradores de demanda por produtos importados” que usa a participação das importações nacionais no VBP nacional. A regionalização é feita com base na participação proveniente das matrizes de comércio.
VBP	O mesmo	O mesmo
Consumo das Famílias	O mesmo total regional. Utiliza-se o consumo das famílias da matriz de usos nacional. Regionaliza-se utilizando Quociente locacional - QL.	O mesmo total regional, mas a distribuição regional utiliza a participação proveniente das matrizes de comércio.
Investimento	O mesmo total regional, para a distribuição setorial, utiliza-se a estrutura do vetor de EOB e a matriz de investimentos desenvolvida por Freitas (2016). O intrarregional e o inter-regional utiliza QL.	O mesmo total regional, mas a distribuição setorial utiliza a participação proveniente das matrizes de comércio.

Gastos do Governo	O mesmo total regional, com estrutura da matriz nacional. Intra e inter-regionalização utilizando QL	O mesmo total regional, mas a distribuição setorial utiliza a participação proveniente das matrizes de comércio.
Exportações	O mesmo	O mesmo
Variação de Estoques	Obtida por resíduos com alguns ajustes: (i) se na matriz nacional VE de um determinado setor é zero, o valor será zero na VE de todos os estados; (ii) é tolerada uma diferença entre a VE da matriz nacional e a de cada UF de 20%, a diferença excedente é distribuída ao longo da linha no CI.	Também chamada de discrepância estatística, é obtida por resíduo garantindo que a soma das VE de um determinado setor, em todas as regiões, resulte na VE, para o referido setor, na matriz insumo-produto nacional.

Fonte: elaborado pelo autor.

A próxima seção traz a descrição das técnicas utilizadas para a comparação dos sistemas inter-regionais estimados para o Brasil para o ano de 2011, utilizando o TUPI e o IIOAS. O intuito é identificar as principais semelhanças e diferenças entre os sistemas estimados, a partir dos conceitos de acurácia partitiva e holística estabelecidos por Jensen (1980).

3.4. Descrição das técnicas de comparação utilizadas

A comparação de sistemas inter-regionais de insumo-produto pode ser feita considerando os conceitos de acurácia partitiva e holística, definidos por Jensen (1980). No entanto, como será feita a comparação entre sistemas inter-regionais estimados por métodos diferentes, isto é, não existe o “valor real” utilizado como referência, a acurácia a ser avaliada é relativa, isto é, quanto mais próximos os valores estimados por cada método estiverem um do outro, maior a acurácia. A acurácia partitiva foca sua atenção nos elementos das matrizes e considera a acurácia célula por célula. A acurácia holística enfatiza a interpretação de um “retrato matemático” das relações econômicas. O objetivo é identificar se os métodos avaliam de maneira similar as peculiaridades econômicas das regiões no que diz respeito à estrutura produtiva.

Além das acurácias partitiva e holística, mensuradas a partir das matrizes de coeficientes técnicos, é interessante analisar a semelhança matemática entre as matrizes estimadas por cada método. Segundo Lipschutz (1994), uma matriz B é semelhante a uma matriz A se existe uma matriz não singular P tal que $B = P^{-1}AP$. Consequentemente, pode-se provar que duas matrizes semelhantes A e B apresentam as seguintes propriedades: (i) determinante de A é igual ao

determinante de B; (ii) A é inversível se, e somente se, B é inversível; (iii) A e B têm os mesmos autovalores, mas em geral, não têm os mesmos autovetores; (iv) A e B têm o mesmo traço.

3.4.1. Acurácia Partitiva

Para avaliar o quanto os valores estimados por cada método estão próximos um do outro, em termos partitivos, serão utilizadas duas medidas que, de acordo com Lahr (2001), são recorrentes na literatura de insumo-produto. O *Standardized Total Percentage Error* – STPE – e o *Weighted Absolute Difference* – WAD. Posteriormente, também será utilizado o coeficiente de correlação de *Pearson* para analisar a correlação existente entre os fluxos de comércio entre as UFs, estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, bem como a correlação existente entre os fluxos de comércio estimados por cada um dos métodos e os fluxos de comércio disponibilizados pelo Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ.

O STPE, inicialmente utilizado por Leontief (1986), e posteriormente utilizado em trabalhos como os de Jalili (2000) e Lahr (2001), apresenta o erro percentual total padronizado e pode ser calculado:

$$STPE = 100 \frac{\sum_j \sum_i |a_{ij} - a_{ij}^*|}{\sum_j \sum_i a_{ij}} \quad (3.65)$$

Em que a_{ij} é o i -ésimo elemento da j -ésima coluna da matriz de coeficientes técnicos A de dimensão $(m \times n)$ utilizada como referência, a_{ij}^* é o mesmo elemento da matriz de coeficientes técnicos A^* estimada.

Para Wiebe e Lenzen (2016), uma característica do STPE é a não simetria, isto é, o valor percentual do erro pode ser diferente dependendo da matriz que é utilizada como base. Por isso, além do STPE tradicional, também será calculado:

$$STPE = 100 \frac{\sum_j \sum_i |a_{ij} - a_{ij}^*|}{\sum_j \sum_i [(a_{ij} + a_{ij}^*) / 2]} \quad (3.66)$$

Desta forma, o resultado do STPE independe do método de estimação utilizado como referência ser o TUPI ou o IIOAS.

O WAD, utilizado em Lahr (2001), foi desenvolvido para corrigir alguns problemas de outras medidas, como a não sensibilidade a valores mais altos e a existência de zeros nas matrizes, que tornam algumas medidas indefinidas. É representado pela fórmula:

$$WAD = \frac{\sum_j \sum_i (a_{ij} + a_{ij}^*) |a_{ij} - a_{ij}^*|}{\sum_j \sum_i (a_{ij} + a_{ij}^*)} \quad (3.67)$$

O termo $(a_{ij} + a_{ij}^*)$ pondera a diferença absoluta, de modo que os erros nos coeficientes maiores são enfatizados. Desta forma, o WAD é extremamente sensível a erros nas células com maior valor. A partir de Lahr (2001), uma vantagem dessa medida é que, se qualquer uma das matrizes apresentar valor não zero para uma respectiva célula, o valor do WAD não será indefinido. O termo $(a_{ij} + a_{ij}^*)$ pode trazer algum problema se uma das matrizes, baseada em um censo, precisar servir de base, pois o processo de ponderação utiliza os valores provenientes das duas matrizes comparadas igualmente, o que não é o caso no presente estudo.

A duas medidas anteriormente expostas foram utilizadas por apresentarem complementaridade entre si. O STPE não apresenta grande sensibilidade a altos valores das células comparadas, isto é, a magnitude dos erros não está ponderada pela magnitude do coeficiente. No entanto, o STPE apresenta o erro de forma proporcional, ou seja, em porcentagem.

O WAD apresenta grande sensibilidade a valores discrepantes, uma vez que a diferença entre os métodos de estimação é ponderada pelos valores dos coeficientes dos dois métodos. Contudo, como é uma medida absoluta, não apresenta resultados proporcionais, ou seja, em porcentagem.

3.4.2. Acurácia Holística

A acurácia holística será identificada por uma análise dos multiplicadores de produção, uma decomposição do valor adicionado de cada UF entre a demanda final de cada UF, além de uma decomposição estrutural.

3.4.2.1. Multiplicadores de produção

Os multiplicadores de produção revelam os impactos diretos e indiretos na produção, necessários para atender a variação em uma unidade monetária na demanda final de cada setor em cada UF. Para o cômputo dos referidos multiplicadores, é necessária a construção da matriz inversa de Leontief.

Considerando os fluxos intersetoriais e inter-regionais para duas regiões hipotéticas L e M , com dois setores i e j respectivamente, tem-se:

Z_{ij}^{LL} – fluxo monetário do setor i para o setor j da região L ;

Z_{ij}^{ML} – fluxo monetário do setor i da região M , para o setor j da região L .

Definidos os fluxos monetários, é possível montar a matriz Z :

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix} \quad (3.68)$$

Em que $Z^{LL}Z^{MM}$ são os fluxos monetários intrarregionais e $Z^{LM}Z^{ML}$ são os fluxos monetários inter-regionais. Considerando as definições da Equação 3.68, o modelo inter-regional de insumo-produto pode ser escrito como:

$$X_i^L = z_{ii}^{LL} + z_{ij}^{LL} + z_{ii}^{LM} + z_{ij}^{LM} + Y_i^L \quad (3.69)$$

Em que $Y_i^L = Y_i^{LL} + Y_i^{LM}$; X_i^L é o total produzido do setor i na região L ; Y_i^{LL} e Y_i^{LM} são respectivamente as demandas intrarregionais e inter-regionais do setor i ; e Y_i^L é a demanda final total do setor i na região L .

Os coeficientes técnicos de produção podem ser definidos na forma matricial:

$$A^{LL} = Z^{LL}(\hat{X}^L)^{-1} \quad (3.70)$$

Da mesma forma, pode-se estimar: A^{MM} , A^{LM} , A^{ML} . A partir disso, tem-se que no sistema nacional de insumo-produto:

$$(I - A)X = Y \quad (3.71)$$

$$X = (I - A)^{-1}Y = BY \quad (3.72)$$

Em que Y é a demanda final e B a inversa de Leontief. Diante do exposto, o modelo convencional de insumo-produto, descrito pelas Equações (3.71) e (3.72), pode ser utilizado em um sistema inter-regional como:

$$X = \begin{bmatrix} X^L \\ \vdots \\ X^M \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} A^{LL} & A^{LM} \\ A^{ML} & A^{MM} \end{bmatrix}; Y = \begin{bmatrix} Y^L \\ \vdots \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (3.73)$$

O efeito multiplicador total da produção é então obtido pelas colunas da matriz inversa de Leontief. O referido multiplicador considera o impacto na produção provocado pela variação na demanda final, considerando a injeção inicial de uma unidade monetária. Já o multiplicador

de produção líquido dá o efeito multiplicador descontado da injeção inicial e é obtido subtraindo-se a inversa de Leontief de uma matriz identidade de mesma dimensão.

3.4.2.2. Decomposição do Valor Adicionado de acordo com a Origem da Demanda Final

A análise da decomposição regional do Valor Adicionado, no que diz respeito à origem da demanda final, complementa a análise dos multiplicadores de produção. De acordo com Haddad et al. (2016), a decomposição regional da produção total, considerando a origem regional da demanda, leva em conta não apenas a estrutura dos multiplicadores, mas também a estrutura da demanda final do sistema estimado.

No entanto, para Guilhoto, Siroen e Yucer (2013), a decomposição do Valor Adicionado – VA –, por ser o valor adicional que os bens e serviços recebem quando são transformados no processo produtivo, pode ser uma medida melhor do que a Produção Total para entender o impacto do comércio no emprego e no crescimento das regiões.

Dada a estrutura do sistema inter-regional de insumo-produto:

$$\begin{aligned} X^1 &= B^{11}Y^1 + \dots + B^{1R}Y^R \\ \vdots & \quad \quad \quad \vdots \\ X^R &= B^{R1}Y^1 + \dots + B^{RR}Y^R \end{aligned} \quad (3.74)$$

Considerando que a demanda final (Y) inclui demandas domésticas (v) e do exterior (e), pode-se obter a decomposição do VA apenas pré-multiplicando a matriz inversa de Leontief pelo Coeficiente de Valor Adicionado – CVA – diagonalizado, que consiste no VA dividido pela produção total.

$$\begin{aligned} VA^1 &= BCVA^{11}(v^{11} + \dots + v^{UF1} + e^1) + \dots + BCVA^{1UF}(v^{1UF} + \dots + v^{UFUF} + e^{UF}) \\ \vdots & \quad \quad \quad \vdots \\ VA^{UF} &= BCVA^{UF1}(v^{11} + \dots + v^{UF1} + e^1) + \dots + BCVA^{UFUF}(v^{1UF} + \dots + v^{UFUF} + e^{UF}) \end{aligned} \quad (3.75)$$

Em que BCVA é o elemento da matriz Inversa de Leontief multiplicado pelo coeficiente de Valor Adicionado – CVA – diagonalizado. Desta forma, pode-se calcular a proporção do Valor Adicionado de cada UF que está vinculada à demanda gerada por ela mesma, por cada uma das outras UFs e pelo exterior.

3.4.2.3. Análise de Decomposição Estrutural - SDA

Para Owen et al. (2014) um desafio para os pesquisadores da área de modelos inter-regionais de insumo-produto é explicar e entender as variações nos resultados obtidos,

provenientes da aplicação de diferentes modelos construídos para as mesmas regiões utilizando diferentes métodos e/ou diferentes bases de dados.

Desenvolver uma metodologia para mensurar e entender essas variações é primordial. Owen et al. (2014) e Owen (2017) utilizaram a decomposição estrutural para explorar as referidas variações e propor uma abordagem para explicar essas diferenças em bases de dados mundiais como WIOD, EORA e GTAP.

De acordo com Dietzenbacher e Los (1998), a Análise de Decomposição estrutural é frequentemente aplicada para separar as mudanças em uma variável, considerando um conjunto de determinantes. Para Dietzenbacher e Los (2000), a ideia central é que a mudança em alguma variável pode ser decomposta, usualmente de forma aditiva, em mudanças em seus determinantes, tornando possível identificar as fontes subjacentes dessas mudanças.

Por exemplo, a mudança total no produto bruto entre dois períodos pode ser quebrada em partes ligadas à tecnologia (que reflete mudanças na inversa de Leontief) e parte relacionada às mudanças na demanda final (MILLER & BLAIR, 2009).

Apesar do problema do crescimento exponencial com relação ao número de fatores que se pretende verificar, que apresenta ($n!$) possibilidades de permutação, em que n é o número de fatores em que a variação total é decomposta, Dietzenbacher e Los (1998) demonstraram que o método de decomposição polar é adequado e simples para representar a decomposição completa.

Nesse contexto, a decomposição estrutural da mudança total (Δx) no produto bruto entre os sistemas estimados pelo IIOAS e pelo TUPI pode ser caracterizada como segue:

$$\begin{aligned} \Delta x = & 0,5[(\Delta L * YS^I * YV^I) + (\Delta L * YS^T * YV^T)] \text{ (Efeito tecnológico)} \\ & + 0,5[(L^I * \Delta YS * YV^I) + (L^I * \Delta YS * YV^T)] \text{ (Efeito Estrutura da Demanda Final)} \\ & + 0,5[(L^T * YS^T * \Delta YV) + (L^I * YS^I * \Delta YV)] \text{ (Efeito Volume da Demanda Final)} \end{aligned} \quad (3.76)$$

Em que:

$$YS^I = DF^I * inv[diag(YV^I)] \quad (3.77)$$

$$YS^T = DF^T * inv[diag(YV^T)] \quad (3.78)$$

$$YV^I = [e' * DF^I]' \quad (3.79)$$

$$YV^T = [e' * DF^T]' \quad (3.80)$$

$$\Delta L = L^T - L^I \quad (3.81)$$

$$\Delta YS = YS^T - YS^I \quad (3.82)$$

$$\Delta YV = YV^T - YV^I \quad (3.83)$$

Em que L^T é a inversa de Leontief utilizando o método TUPI; DF^T é a demanda final utilizando o método TUPI; L^I é a inversa de Leontief utilizando o método IIOAS;

DF^I é a demanda final utilizando o método IIOAS; e ℓ é um vetor linha de “uns” utilizado para a soma da demanda final nas colunas.

O efeito tecnológico refere-se à variação na produção total pela mudança nos coeficientes da matriz inversa de Leontief, isto é, pela mudança na composição de insumos utilizados para a produção.

Na matriz insumo-produto, a demanda final é composta de: (1) consumo das famílias; (2) exportações; (3) consumo das instituições sem fins lucrativos; (4) gastos do governo; (5) formação bruta de capital fixo, além da variação de estoques. O efeito estrutura da demanda final está relacionado a mudanças na composição da demanda final, isto é, variações na quantidade demandada por cada uma das categorias mencionadas. E por último, o efeito volume da demanda final, que está relacionado a variações na quantidade demandada total.

Diante do exposto, o método de Decomposição Estrutural permite que se identifiquem as diferenças na produção total entre os sistemas inter-regionais de insumo-produto estimados a partir do TUPI e do IIOAS. Essas diferenças podem ser provenientes da tecnologia, ou seja, da inversa de Leontief, da estrutura da demanda final ou do volume da demanda final.

Na presente análise, a soma dos três efeitos da decomposição estrutural será zero, pois os VBPs setoriais e regionais utilizados no TUPI e no IIOAS são iguais. No entanto, os fluxos de comércio intrarregionais e inter-regionais e os vetores de demanda final das matrizes estimadas pelos dois métodos são diferentes. Desta forma, é possível identificar cada efeito de forma independente.

3.5. Comparação entre os sistemas estimados pelo TUPI e pelo IIOAS

Antes da verificação da acurácia partitiva e holística, pode-se também verificar se as matrizes estimadas pelos dois métodos são matematicamente semelhantes. Como as matrizes de coeficientes técnicos não são invertíveis, pois possuem linhas e/ou colunas linearmente correlacionadas, verificou-se a semelhança entre as matrizes inversas de Leontief estimadas por

cada método. Conforme já mencionado, duas A e B são semelhantes quando possuem: (i) determinantes iguais; (ii) traços iguais; (iii) autovalores iguais.

Os determinantes das matrizes inversas de Leontief estimadas por cada método foram bastante diferentes (Det. IIOAS = $1,016 \times 10^{20}$ e Det. TUPI = $3,866 \times 10^{26}$). Os traços, por sua vez, apresentam bastante semelhança. Enquanto o traço da inversa de Leontief estimada pelo IIOAS foi de 1885,53, o estimado pelo TUPI foi de 1901,06, menos de 1% de diferença. No que diz respeito aos autovalores, a diferença média percentual entre os autovalores calculados a partir da inversa de Leontief estimada pelo IIOAS e pelo TUPI foi de 2%, com um desvio-padrão também de 2%. Diante do exposto, apesar dos valores bastante próximos, principalmente no que tange aos traços e aos autovalores, as matrizes inversas de Leontief estimadas pelo TUPI e pelo IIOAS não podem ser consideradas matematicamente semelhantes. No entanto, isso não significa que, em termos econômicos, os resultados apresentados por cada matriz não possam ser semelhantes.

A primeira característica a ser observada nas matrizes de coeficientes técnicos estimadas pelos dois métodos, TUPI e IIOAS, é a existência ou não de viés, ou seja, se os coeficientes técnicos estimados por um dos métodos são sistematicamente maiores/menores do que os coeficientes técnicos estimados pelo outro método.

Em termos gerais, a matriz de coeficientes técnicos estimada pelo IIOAS apresentou 46% de seus valores menores do que os estimados pelo TUPI. Além disso, tanto em termos setoriais quanto em termos regionais, nenhuma das matrizes estimadas apresentou algum padrão de comportamento, com coeficientes estimados pelo TUPI sendo exclusivamente maiores/menores do que os estimados pelo IIOAS.

A soma de todos os elementos da matriz de coeficientes do TUPI é 776,23 e do IIOAS é 796,23 o que representa uma diferença de 2,6%.

No que tange à comparação em termos partitivos, calculou-se o STPE e o WAD. O STPE aqui computado utilizou tanto os coeficientes técnicos do TUPI quanto os do IIOAS como base, bem como a média dos dois. O STPE, calculado utilizando a média dos coeficientes do TUPI e do IIOAS como base, apresentou, para o sistema inter-regional como um todo, um erro percentual total padronizado de 54,45%. A Tabela 3.1 apresenta os resultados para o STPE e o WAD em cada uma das UFs³⁸.

³⁸ Para o STPE e o WAD, menores valores significam menores distâncias entre os coeficientes técnicos estimados, ou seja, maior acurácia partitiva.

Tabela 3.1: Acurácia partitiva utilizando STPE e WAD para as 27 UFs brasileiras

UF	STPE						WAD	
	Intrarregional			Inter-regional			Intrarregional	Inter-regional
	Base TUPI	Base IIOAS	Média	Base TUPI	Base IIOAS	Média		
RO	37%	42%	39%	72%	66%	69%	0,0211	0,0099
AC	42%	46%	44%	75%	72%	74%	0,0239	0,0096
AM	35%	31%	33%	71%	68%	70%	0,0226	0,0059
RR	43%	45%	44%	72%	74%	73%	0,0180	0,0101
PA	26%	28%	27%	70%	70%	70%	0,0156	0,0098
AP	45%	44%	44%	65%	68%	66%	0,0213	0,0083
TO	41%	46%	43%	65%	64%	65%	0,0204	0,0079
MA	46%	42%	44%	92%	66%	77%	0,0271	0,0075
PI	42%	44%	43%	71%	70%	71%	0,0195	0,0088
CE	33%	36%	34%	88%	72%	79%	0,0178	0,0081
RN	41%	46%	43%	75%	75%	75%	0,0209	0,0064
PB	44%	44%	44%	85%	77%	81%	0,0148	0,0111
PE	36%	34%	35%	106%	75%	88%	0,0164	0,0116
AL	42%	46%	44%	78%	74%	76%	0,0250	0,0057
SE	40%	47%	43%	78%	75%	76%	0,0296	0,0082
BA	27%	32%	29%	71%	65%	68%	0,0179	0,0071
MG	31%	37%	34%	75%	63%	69%	0,0215	0,0103
ES	54%	46%	50%	117%	69%	87%	0,0226	0,0112
RJ	28%	35%	32%	118%	72%	89%	0,0175	0,0163
SP	22%	25%	23%	113%	70%	87%	0,0155	0,0095
PR	34%	39%	36%	86%	71%	78%	0,0174	0,0139
SC	35%	33%	34%	88%	65%	75%	0,0175	0,0106
RS	24%	26%	25%	74%	66%	69%	0,0144	0,0070
MS	37%	39%	38%	84%	66%	74%	0,0182	0,0141
MT	37%	43%	40%	64%	65%	65%	0,0219	0,0081
GO	37%	43%	40%	77%	63%	70%	0,0177	0,0088
DF	36%	45%	40%	93%	67%	78%	0,0203	0,0087
Média	37%	39%	38%	82%	69%	75%	0,020	0,009
Máximo	54%	47%	50%	118%	77%	89%	0,0296	0,016
Mínimo	22%	25%	23%	64%	63%	65%	0,014	0,006
Desv.Pad	7%	7%	7%	15%	4%	7%	0,004	0,003

Fonte: elaborado pelo autor (2017).

No que diz respeito ao STPE, a menor diferença percentual total padronizada entre os coeficientes técnicos estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, em termos intrarregionais, ocorreu no estado de São Paulo (23,3%) e a maior no Espírito Santo (49,8%). A diferença média entre os métodos, considerando todas as UFs, foi de (38%). Para os coeficientes técnicos inter-regionais,

as distâncias são percentualmente maiores, a UF com maior STPE inter-regional foi Santa Catarina (74,72%) e a menor foi Mato Grosso (64,61%).

Em termos gerais, quando se utiliza o TUPI como base, as diferenças médias para os fluxos intrarregionais são bastante parecidas com as calculadas utilizando o IIOAS como base. Já em relação aos fluxos inter-regionais, as diferenças médias, quando se utiliza o TUPI como base, são maiores do que quando se utiliza o IIOAS como base. Isso indica que os fluxos inter-regionais estimados pelo TUPI são, de forma geral, menores do que os estimados pelo IIOAS. De acordo com Oosterhaven (2005) e Barros e Guilhoto (2014), o método do quociente locacional simples (QL) e coeficiente locacional interindústrias (CIQ), utilizados no TUPI, tendem a superestimar os fluxos intrarregionais e subestimar os inter-regionais, principalmente por minimizar implícita ou explicitamente o *cross-hauling* inter-regional.

Quando a distância entre os coeficientes estimados é ponderada com o valor dos referidos coeficientes, utilizando o WAD, a UF com maior diferença absoluta ponderada foi Sergipe (0,030) e a menor foi o Rio Grande do Sul (0,014), lembrando que essa medida ressalta a distância entre os coeficientes maiores.

Em termos setoriais, a diferença média mensurada pelo STPE fica em torno de 55% e os setores com maior e menor diferença são respectivamente: STPE (Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos, Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas) e WAD (Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita, Saúde pública), conforme a Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Acurácia partitiva utilizando STPE e WAD para as os 68 setores

Setores	STPE			WAD
	Base Tupi	Base IIOAS	Média	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita	85%	88%	87%	0,078
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	57%	56%	57%	0,036
Produção florestal pesca e aquicultura	88%	86%	87%	0,014
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	103%	90%	96%	0,008
Extr. de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	67%	65%	66%	0,055
Extr.de minério de ferro, inclusive benef. e a aglomeração	51%	52%	52%	0,021
Extr. de minerais metálicos não ferrosos, inclusive benef.	65%	61%	63%	0,018
Abate e prod. de carne, inclusive os prod. do lat e da pesca	71%	72%	71%	0,007
Fabricação e refino de açúcar	74%	68%	71%	0,005
Outros produtos alimentares	73%	73%	73%	0,008
Fabricação de bebidas	70%	71%	71%	0,018
Fabricação de produtos do fumo	60%	59%	59%	0,007
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	69%	68%	69%	0,002
Fabricação de produtos têxteis	63%	59%	61%	0,021
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	71%	68%	69%	0,015
Fabricação de produtos da madeira	70%	70%	70%	0,015
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	73%	73%	73%	0,009
Impressão e reprodução de gravações	77%	78%	77%	0,012
Refino de petróleo e coquerias	72%	63%	67%	0,021
Fabricação de biocombustíveis	78%	92%	85%	0,005
Fab. de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elast.	72%	60%	65%	0,014
Fab. de defensivos, desinf., tintas e químicos diversos	71%	66%	69%	0,010
Fab. de prod. de limpeza, cosm./perf. e higiene pessoal	57%	56%	56%	0,001
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	43%	40%	41%	0,004
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	83%	82%	83%	0,011
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	55%	53%	54%	0,005
Prod. de ferrogusa/ferroligas, sider. e tubos de aço	66%	65%	65%	0,013
Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais	60%	58%	59%	0,009
Fab. de produtos de metal, exceto máquinas e equip.	84%	85%	85%	0,008
Fab. de equip. de informática, prod. eletrônicos e ópticos	77%	58%	66%	0,026
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	71%	65%	68%	0,008
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	69%	64%	66%	0,012
Fab. de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	83%	81%	82%	0,005
Fab. de peças e acessórios para veículos automotores	48%	45%	46%	0,017
Fab. de outros equip. de transp., exceto veículos auto	68%	67%	67%	0,035
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	74%	66%	70%	0,002
Manut., reparação e instalação de máquinas e equip.	57%	57%	57%	0,004
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	64%	63%	63%	0,020
Água, esgoto e gestão de resíduos	30%	30%	30%	0,001
Construção	44%	44%	44%	0,008
Comércio e reparação de veículos autom. e motocicletas	20%	19%	20%	0,002

Continua...

Setores	STPE			WAD
	Base Tupi	Base IIOAS	Média	
Com. por atacado e a varejo, exceto veículos auto	40%	40%	40%	0,010
Transporte terrestre	42%	44%	43%	0,008
Transporte aquaviário	38%	38%	38%	0,003
Transporte aéreo	41%	40%	40%	0,002
Armaz., atividades auxiliares dos transp. e correio	49%	44%	46%	0,012
Alojamento	25%	25%	25%	0,001
Alimentação	42%	42%	42%	0,004
Edição e edição integrada à impressão	37%	38%	37%	0,002
Ativ. de tv, rádio, cinema e grav./edição de som e imag.	20%	20%	20%	0,019
Telecomunicações	37%	37%	37%	0,005
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	34%	34%	34%	0,002
Intermediação financeira, seguros e previdência compl.	35%	35%	35%	0,003
Atividades imobiliárias	59%	59%	59%	0,006
Ativ. jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	31%	31%	31%	0,002
Serv. de arquitetura, eng., testes/análises técnicas e P & D	41%	40%	40%	0,002
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	39%	38%	38%	0,002
Aluguéis não imob. e gestão de ativos de prop. Intelec.	34%	34%	34%	0,002
Outras atividades admin. e serviços complementares	42%	32%	36%	0,002
Atividades de vigilância, segurança e investigação	27%	27%	27%	0,001
Administração pública, defesa e seguridade social	72%	69%	70%	0,001
Educação pública	68%	69%	68%	0,000
Educação privada	35%	35%	35%	0,000
Saúde pública	65%	66%	66%	0,000
Saúde privada	35%	35%	35%	0,010
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	35%	35%	35%	0,002
Organizações associativas e outros serviços pessoais	30%	30%	30%	0,001
Serviços domésticos	0%	0%	0%	0,000
Média	56,53%	54,80%	56%	0,010
Máximo	103,46%	91,76%	96%	0,078
Mínimo	19,56%	19,44%	20%	0,000
Desvio-Padrão	19,28%	18,54%	19%	0,013

Fonte: elaborado pelo autor (2017).

No entanto, considerar as distâncias percentuais entre os coeficientes técnicos estimados pelo TUPI e pelo IIOAS pequenas ou grandes é bastante subjetivo, a depender do estudo que se pretende realizar. Uma maneira de tentar entender a magnitude dessas distâncias é compará-las com as distâncias entre coeficientes de matrizes estimadas em outros estudos.

Flegg et al. (2016) estimaram matrizes regionais utilizando diferentes métodos não censitários para a região de Córdoba na Argentina e comparam com uma matriz estimada para a referida região através de um censo. O método não censitário com melhor desempenho obteve

um valor de STPE de 58,4%, o que é cerca de 18% maior do que o resultado médio obtido para a região de menor acurácia, considerando as distâncias entre o TUPI e o IIOAS.

No que diz respeito ao WAD, Jackson e Murray (2004) analisaram a utilização de diferentes métodos para a atualização de matrizes de insumo-produto americanas. O WAD médio entre os 10 métodos utilizados foi de 0,0261, o que está acima do valor do WAD médio intrarregional entre as UFs brasileiras comparando o TUPI e o IIOAS, que é de 0,02.

Os resultados do STPE e do WAD sugerem que as diferenças entre os fluxos de comércio inter-regionais, estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, para as UFs brasileiras, são maiores do que os fluxos intrarregionais. Contudo, uma análise da correlação entre os referidos fluxos sugere que, mesmo com maiores diferenças, existe uma alta correlação positiva entre os fluxos inter-regionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS.

A Tabela 3.3 apresenta os coeficientes de correlação de *Pearson* entre os fluxos de comércio interestaduais estimados pelo método TUPI e pelo IIOAS. Pode-se perceber que a correlação apresentou-se elevada para todos os setores avaliados.

Tabela 3.3: Correlação entre os fluxos inter-regionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS para os setores agregados

Setores	Correlação
Agricultura, pecuária, produção florestal	71,18%
Indústria	96,21%
Serviços industriais de utilidade pública	91,91%
Construção	90,15%
Comércio e Serviços	95,88%
Total	94,06%

Fonte: elaborado pelo autor.

Além disso, também se calculou a correlação entre todos os elementos das matrizes de comércio intermediário, intrarregional e inter-regional, ou seja, entre todos os elementos da matriz “Z” estimada por cada método. A correlação encontrada também foi superior a 94%, conforme a Tabela 3.3.

A Figura 3.5 apresenta os diagramas de dispersão construídos com os (log) valores dos fluxos comerciais interestaduais, comparando os dados estimados pelo método TUPI e os do IIOAS. Afora o setor agricultura, pecuária e floresta, os outros setores apresentaram pouca dispersão, principalmente no que tange aos valores mais altos.

Figura 3.5: Diagramas de Dispersão entre os Valores O-D

Agricultura, pecuária e floresta

Indústria

SIUP

Construção

Comércio e Serviços

Total

Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme já mencionado, o presente estudo tem como objetivo avaliar se a escolha entre os métodos utilizados para a construção do sistema inter-regional para os estados brasileiros pode influenciar os resultados obtidos pela análise de insumo-produto.

Diferente de trabalhos como os de Flegg et al. (2016) ou de Tobben e Kronenberg (2015), em que existe uma matriz derivada de um censo, que serve de base para comparação, neste estudo não existe um “sistema inter-regional real” que possa servir de referência na identificação do método de estimação mais acurado.

No entanto, o Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ – divulgou os fluxos de comércio interestaduais para o ano de 2011, o que pode servir de base de comparação para os fluxos de comércio inter-regionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS.

Essa comparação deve ser feita com algumas ressalvas, como o fato dos fluxos serem baseados na arrecadação do Imposto Sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e Sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação – ICMS–, e, por isso, não considerarem alguns setores da economia, bem como não computarem os fluxos da economia informal.

Os dados do CONFAZ estão desagregados em 16 setores, já os dados estimados pelo TUPI e pelo IIOAS estão desagregados em 68 setores. Por isso, foram comparados apenas os setores compatíveis às três bases de dados, ficando excluídos os dados dos setores da agricultura, indústria extrativa e serviços, que não estão disponíveis na base do CONFAZ. Para efeitos de comparação, os setores compatíveis representam 82% dos fluxos interestaduais do CONFAZ e 44,5% dos fluxos de comércio entre as UFs da matriz de insumo-produto estimada.

Para a construção dos dados referentes aos fluxos, somou-se cada valor O-D e D-O. Por exemplo, no caso do fluxo de comércio entre PR e SP, somou-se o fluxo do Paraná para São Paulo com o de São Paulo para o Paraná. A soma dos fluxos evita algumas distorções causadas pelo fato das matrizes O-D interestaduais apresentarem zeros na diagonal principal, além disso, os valores dos fluxos setoriais para alguns estados apresentam-se bastante próximos de zero.

A Tabela 3.4 apresenta a correlação existente entre os fluxos de comércio interestaduais estimados pelo IIOAS, pelo TUPI e os divulgados pelo CONFAZ. Todas as correlações mostraram-se elevadas. Em termos setoriais, os fluxos estimados pelo IIOAS mostraram maior correlação com os fluxos do CONFAZ do que os do TUPI, principalmente nos setores de: (i) Material de Transporte e (ii) Produtos Têxteis e suas Obras. Já os fluxos estimados pelo TUPI mostraram maior correlação com os fluxos do CONFAZ do que os do IIOAS no setor de (i) Alimentos e Bebidas e no (ii) Total.

Tabela 3.4: Correlação entre as Participações O-D: Dados Estimados pelo TUPI e pelo IIOAS versus Dados Divulgados pelo CONFAZ

SETORES	Correlação		
	CONFAZ	CONFAZ	TUPI
	X IIOAS	X TUPI	X IIOAS
Máquinas e Materiais Elétricos	96,31%	95,26%	93,00%
Material de Transporte	94,89%	86,81%	88,14%
Indústria Química	90,42%	90,34%	96,73%
Produtos Minerais	82,29%	82,21%	84,14%
Metais Comuns	93,57%	89,81%	97,66%
Alimentos, Bebidas e Tabaco	89,70%	90,27%	92,95%
Plásticos, Borrachas e suas obras	96,41%	91,44%	91,84%
Produtos Têxteis e suas obras	94,81%	76,22%	60,51%
Peles, Couros, Bolsas e Chapéus	85,11%	86,19%	90,05%
TOTAL	96,88%	98,55%	95,83%

Fonte: elaborado pelo autor.

Outra forma interessante de comparação entre dois sistemas inter-regionais de insumo produto diz respeito à acurácia holística, ou seja, identificar se os métodos de estimação que estão sendo comparados captam de maneira similar as peculiaridades econômicas das regiões em relação à estrutura produtiva.

De acordo com o Jensen (1980), enquanto a acurácia partitiva assegura a existência da acurácia holística, a acurácia holística não necessariamente estará acompanhada de um alto grau de acurácia partitiva, principalmente no que diz respeito aos elementos menos significativos da matriz.

Para Jansen (1980), o objetivo mais modesto da acurácia holística é apropriado para matrizes regionais de insumo-produto. Nesses termos, a acurácia da matriz seria julgada não pela acurácia célula por célula, mas em sua habilidade de representar o tamanho e a estrutura produtiva da economia em termos gerais. Essa interpretação implica em um elemento de “sinergia” em que a acurácia da matriz como um todo é maior do que a acurácia de seus componentes.

O primeiro elemento de acurácia holística a ser analisado são os multiplicadores de produção, a Figura 3.6 apresenta os multiplicadores de produção médios, ponderados pelo valor adicionado para as 27 UFs brasileiras. Pode-se notar que os estados do Espírito Santo e de Santa Catarina apresentam as maiores diferenças entre os multiplicadores médios e nesses dois estados o TUPI é menor do que o IIOAS.

A diferença mínima entre os multiplicadores de produção estimados pelo IIOAS e pelo TUPI é zero em todas as UFs, ou seja, em todas as regiões, ao menos para um setor, os multiplicadores estimados pelos dois métodos são iguais.

O estado do Espírito Santo apresentou a maior diferença percentual e a maior diferença percentual média. No entanto, para a maioria das UFs, a diferença percentual média entre os multiplicadores de produção setoriais em cada região estimados pelo TUPI e pelo IIOAS ficou abaixo de 2%, porém, o desvio-padrão em algumas UFs ficou maior do que a média, o que indica grande variância em torno das médias.

Tabela 3.5: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo IIOAS e pelo TUPI para as UFs brasileiras

UF	Nº de setores comuns	Correlação <i>Ranking</i>	Correlação valores	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
RO	9	0,9836	0,9836	3,99%	0,00%	0,40%	0,72%
AC	8	0,9912	0,9825	3,68%	0,00%	0,43%	0,62%
AM	6	0,9635	0,9752	5,85%	0,00%	1,12%	1,04%
RR	9	0,9917	0,9873	3,19%	0,00%	0,39%	0,54%
PA	7	0,9833	0,9893	2,95%	0,00%	0,45%	0,47%
AP	7	0,9908	0,9892	3,66%	0,00%	0,41%	0,63%
TO	8	0,9897	0,9893	3,66%	0,00%	0,50%	0,50%
MA	5	0,8725	0,8638	12,68%	0,00%	2,69%	2,33%
PI	9	0,9889	0,9869	3,98%	0,00%	0,42%	0,59%
CE	7	0,9627	0,9725	5,00%	0,00%	0,71%	0,93%
RN	8	0,9948	0,9949	1,86%	0,00%	0,69%	0,37%
PB	8	0,9629	0,9664	6,01%	0,00%	0,90%	1,12%
PE	7	0,9069	0,9055	10,76%	0,00%	2,39%	1,89%
AL	7	0,9922	0,9821	3,06%	0,00%	0,41%	0,53%
SE	8	0,9920	0,9933	1,64%	0,00%	0,55%	0,32%
BA	9	0,9943	0,9961	2,29%	0,00%	1,12%	0,49%
MG	10	0,9897	0,9921	2,06%	0,00%	0,57%	0,37%
ES	7	0,7510	0,7194	17,47%	0,00%	4,04%	3,19%
RJ	8	0,9811	0,9856	4,46%	0,00%	0,67%	0,71%
SP	8	0,9785	0,9815	3,97%	0,00%	0,47%	0,71%
PR	7	0,9840	0,9867	3,71%	0,00%	0,35%	0,59%
SC	7	0,8873	0,8889	10,74%	0,00%	2,44%	1,94%
RS	9	0,9874	0,9907	2,36%	0,00%	0,40%	0,42%
MS	7	0,9402	0,9511	8,40%	0,00%	1,45%	1,45%
MT	9	0,9934	0,9921	2,11%	0,00%	0,92%	0,43%
GO	8	0,9778	0,9749	5,40%	0,00%	0,55%	0,95%
DF	7	0,9675	0,9583	6,36%	0,00%	1,09%	1,12%

Fonte: elaborado pelo autor.

Também é interessante analisar as diferenças no que diz respeito à parte do multiplicador de produção que é mantida na UF e o que transborda para as outras UFs. A Tabela 3.6 apresenta as diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais, líquido e total, de cada UF, estimados pelo IIOAS e pelo TUPI.

Os multiplicadores inter-regionais totais apresentaram a maior diferença média (11,9%), com destaque para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Já os intrarregionais totais apresentaram uma diferença média de 3,5%, com destaque para o estado do Espírito Santo.

Tabela 3.6: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS para as UFs brasileiras

UF	TOTAL		LÍQUIDO	
	INTRA	INTER	INTRA	INTER
RO	1,9%	4,3%	10,0%	2,3%
AC	1,1%	3,0%	3,2%	0,8%
AM	0,3%	0,9%	7,3%	7,0%
RR	0,4%	1,1%	3,6%	3,5%
PA	0,5%	1,4%	3,1%	0,6%
AP	0,9%	2,2%	10,2%	5,9%
TO	0,6%	1,4%	3,7%	0,6%
MA	7,8%	21,9%	8,3%	2,3%
PI	0,2%	0,5%	1,3%	2,8%
CE	4,1%	14,0%	11,3%	6,8%
RN	0,2%	0,6%	5,8%	1,4%
PB	2,6%	6,8%	2,6%	1,0%
PE	6,9%	24,1%	11,9%	7,3%
AL	1,6%	4,8%	8,2%	2,5%
SE	1,1%	3,1%	8,0%	2,5%
BA	1,9%	6,4%	11,7%	7,8%
MG	3,9%	12,8%	15,8%	11,3%
ES	11,4%	38,3%	16,5%	8,2%
RJ	8,1%	35,9%	22,8%	26,4%
SP	6,3%	35,5%	16,8%	29,4%
PR	4,8%	15,0%	17,7%	11,7%
SC	6,9%	22,9%	12,0%	6,7%
RS	3,1%	10,8%	11,0%	8,4%
MS	6,5%	17,2%	16,8%	7,3%
MT	0,5%	1,2%	8,3%	2,5%
GO	4,9%	13,1%	17,7%	7,8%
DF	7,4%	21,7%	24,0%	11,7%
média	3,5%	11,9%	10,7%	6,9%
máximo	11,4%	38,3%	24,0%	29,4%
mínimo	0,2%	0,5%	1,3%	0,6%
desvio-padrão	3%	12%	6%	7%

Fonte: elaborado pelo autor.

A análise da decomposição do Valor Adicionado de cada UF entre as demandas finais de cada UF também é relevante para a acurácia holística e complementa a análise dos multiplicadores.

A Tabela 3.7 apresenta a diferença, em pontos percentuais, entre o Valor Adicionado regional vinculado à demanda final de cada UF estimado pelo TUPI e estimado pelo IIOAS. Para encontrar a referida diferença, subtraíram-se os valores estimados pelo TUPI dos valores estimados pelo IIOAS (TUPI - IIOAS).

Tabela 3.7: Diferenças na Decomposição do Valor Adicionado Regional baseado na Origem da Demanda Final (TUPI – IIOAS)

UF		ORIGEM DA DEMANDA FINAL																											
		RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF	EXPORT
VALOR ADICIONADO	RO	-0,3%	0,1%	-2,2%	0,0%	-0,1%	0,1%	0,0%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%	0,5%	0,6%	0,1%	0,4%	0,7%	0,4%	0,1%	0,6%	-2,8%	-0,2%	1,1%	-0,6%	-0,1%	-0,1%	-0,1%	0,8%	-0,2%
	AC	-0,7%	5,6%	-2,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	-0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,8%	0,3%	0,1%	1,9%	-3,6%	-0,3%	0,6%	-0,6%	0,0%	-0,3%	-0,4%	-1,1%	-0,4%
	AM	-0,4%	-0,1%	-5,6%	-0,2%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,3%	0,2%	0,1%	0,3%	0,8%	0,0%	0,1%	0,4%	1,2%	0,4%	3,1%	0,5%	0,5%	0,1%	-0,2%	0,1%	-0,2%	-0,1%	-0,7%	-0,3%
	RR	-0,1%	-0,1%	-8,0%	5,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,7%	0,9%	0,2%	1,7%	-0,9%	0,2%	0,5%	-0,2%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,6%	-0,1%
	PA	-0,1%	0,0%	-0,6%	0,0%	7,8%	0,0%	-0,1%	0,3%	-0,1%	-0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,1%	0,3%	-3,5%	-0,4%	-0,1%	-0,8%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-0,4%	-1,3%
	AP	-0,1%	-0,1%	-1,3%	0,0%	-0,1%	7,2%	-0,1%	-0,1%	0,0%	-0,3%	-0,1%	0,0%	-0,2%	0,0%	-0,1%	-0,1%	0,1%	-0,1%	1,0%	-3,6%	-0,3%	0,3%	-0,7%	0,0%	0,0%	-0,3%	-0,5%	-0,7%
	TO	0,0%	0,0%	-0,6%	0,0%	1,0%	0,0%	8,6%	0,5%	0,2%	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	-0,7%	-0,4%	0,1%	0,6%	-4,7%	-0,5%	0,0%	-1,1%	0,0%	-0,1%	-0,6%	-2,5%	-0,3%
	MA	0,0%	0,0%	-0,8%	0,0%	-0,2%	0,0%	0,6%	9,1%	0,0%	-0,7%	-0,1%	-0,1%	-0,4%	-0,1%	-0,1%	-0,4%	0,0%	-0,1%	-0,2%	-4,3%	-0,3%	-0,1%	-0,7%	0,0%	0,0%	-0,4%	-0,7%	0,2%
	PI	0,1%	0,0%	-0,7%	0,0%	-0,6%	0,0%	-0,1%	1,4%	7,2%	-0,9%	-0,3%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	-1,0%	-0,1%	-0,2%	0,8%	-3,2%	-0,1%	0,1%	-0,4%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-1,0%	-0,3%
	CE	0,1%	0,0%	-0,5%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%	0,0%	3,4%	0,1%	-0,1%	-1,1%	0,1%	0,0%	-0,8%	0,0%	0,0%	1,8%	-2,3%	0,1%	0,5%	0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,6%	-0,1%
	RN	0,2%	0,0%	-0,7%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	-0,1%	-0,1%	-1,8%	5,3%	-2,0%	-2,6%	0,0%	-0,1%	-0,8%	1,1%	-0,1%	1,2%	-1,4%	0,6%	0,7%	0,0%	0,1%	0,1%	0,3%	-0,2%	0,0%
	PB	0,0%	0,0%	-0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,2%	-1,2%	8,7%	-3,1%	-0,4%	0,0%	-0,6%	0,4%	-0,1%	0,3%	-2,4%	0,0%	0,3%	-0,4%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,4%	-0,2%
	PE	0,0%	0,0%	-0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,1%	-0,2%	-1,2%	4,6%	-0,2%	0,0%	-0,4%	-0,2%	0,0%	0,7%	-2,2%	0,1%	0,4%	-0,2%	0,1%	0,0%	-0,3%	-1,0%	0,3%
	AL	0,1%	0,0%	-0,6%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	-0,4%	-0,2%	-0,2%	-1,6%	4,6%	-0,3%	-1,6%	0,0%	0,0%	1,8%	-3,0%	0,3%	0,7%	0,2%	0,0%	-0,1%	-0,4%	-0,7%	1,4%
	SE	0,0%	0,0%	-0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,5%	-0,3%	-0,2%	-0,8%	-0,5%	7,4%	-0,5%	0,2%	-0,3%	0,6%	-3,2%	0,2%	0,2%	-0,3%	0,0%	-0,1%	0,0%	-0,8%	-0,3%
	BA	0,1%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,2%	11,6%	-1,1%	-0,6%	-0,1%	-3,6%	-0,4%	-0,1%	-1,0%	0,0%	-0,1%	-0,7%	-2,1%	-0,6%
	MG	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,3%	8,5%	0,0%	0,2%	-5,0%	-0,5%	-0,4%	-0,5%	-0,1%	-0,1%	-1,1%	-0,7%	-0,4%
	ES	0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,3%	0,1%	0,2%	-0,4%	-0,3%	4,6%	-2,1%	-2,0%	0,1%	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	-0,2%	-0,3%	-1,9%
	RJ	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,3%	-1,2%	0,0%	10,5%	-9,2%	-0,7%	-0,4%	-0,4%	-0,1%	0,0%	-0,3%	-0,6%	0,0%
	SP	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	-0,1%	0,2%	-0,6%	1,8%	-1,6%	-0,3%	-0,8%	-0,2%	-0,2%	0,2%	0,3%	0,3%
	PR	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,9%	0,1%	0,1%	0,5%	0,3%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%	1,1%	0,4%	0,0%	-0,2%	-9,4%	5,4%	-0,6%	0,2%	0,0%	0,2%	-0,1%	-0,4%	0,0%
	SC	0,2%	0,1%	-0,1%	0,0%	0,7%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,4%	0,2%	0,3%	0,6%	0,2%	0,1%	0,7%	0,5%	0,4%	1,1%	-4,6%	-0,3%	1,6%	-1,7%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-0,2%
	RS	0,0%	0,0%	-0,3%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%	0,0%	-0,3%	-4,8%	-0,5%	-0,6%	7,3%	0,0%	-0,1%	-0,3%	-0,9%	-0,3%
	MS	-0,1%	0,0%	-0,5%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,5%	-0,3%	-0,1%	0,3%	-5,7%	0,4%	0,4%	-0,1%	4,9%	-0,2%	-0,6%	-0,7%	0,2%
	MT	0,1%	0,0%	-0,8%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	0,1%	0,1%	0,2%	0,3%	0,1%	0,1%	1,0%	0,1%	0,0%	2,1%	-4,5%	0,5%	0,5%	-0,7%	0,0%	1,8%	-0,3%	-0,7%	-0,7%
	GO	0,2%	0,1%	-0,3%	0,0%	0,9%	0,1%	0,2%	0,5%	0,3%	0,1%	0,2%	0,3%	0,2%	0,1%	0,1%	1,5%	-0,5%	-0,1%	0,0%	-6,4%	0,1%	-0,2%	-0,5%	0,0%	0,1%	4,7%	-1,7%	0,0%
	DF	0,0%	0,0%	-0,4%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,7%	0,0%	0,1%	-0,5%	-0,1%	-0,1%	0,5%	-1,5%	-0,4%	-0,3%	-7,1%	-0,4%	-0,2%	-1,4%	-0,1%	-0,3%	-1,1%	14,7%	-0,2%

Fonte: elaborado pelo autor.

As UFs em que houve as maiores diferenças (positivas ou negativas) entre os valores estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, no que diz respeito Valor Adicionado vinculado à demanda final das outras UFs e do exterior, foram Bahia, Rio de Janeiro e Distrito Federal e as menores diferenças médias foram nos estados de São Paulo, Santa Catarina e Rondônia.

A Tabela 3.8 apresenta mais algumas estatísticas acerca da diferença (TUPI - IIOAS) entre o percentual do Valor Adicionado de cada UF vinculado à demanda final das demais UFs e do exterior estimado por cada um dos métodos.

Tabela 3.8: Estatísticas das Diferenças na Decomposição do Valor Adicional Regional baseado na Origem da Demanda Final TUPI - IIOAS

UF	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO-PADRÃO
RO	1,15%	-2,75%	0,80%
AC	5,57%	-3,57%	1,45%
AM	3,11%	-5,63%	1,30%
RR	5,47%	-7,99%	1,92%
PA	7,81%	-3,54%	1,69%
AP	7,22%	-3,56%	1,60%
TO	8,58%	-4,65%	1,98%
MA	9,10%	-4,30%	1,97%
PI	7,19%	-3,18%	1,60%
CE	3,36%	-2,34%	0,92%
RN	5,33%	-2,64%	1,36%
PB	8,72%	-3,07%	1,87%
PE	4,58%	-2,22%	1,05%
AL	4,58%	-2,97%	1,26%
SE	7,35%	-3,25%	1,59%
BA	11,62%	-3,63%	2,41%
MG	8,45%	-5,04%	1,92%
ES	4,64%	-2,13%	1,14%
RJ	10,55%	-9,24%	2,72%
SP	1,83%	-1,65%	0,55%
PR	5,39%	-9,37%	2,11%
SC	1,56%	-4,55%	1,05%
RS	7,28%	-4,85%	1,70%
MS	4,94%	-5,68%	1,48%
MT	2,07%	-4,51%	1,09%
GO	4,73%	-6,43%	1,62%
DF	14,66%	-7,12%	3,18%

Fonte: elaborado pelo autor.

Pode-se notar que a diferença máxima entre os valores estimados pelos dois métodos fica em média em 6%. Nota-se também que não há grande variação em torno da média, já que o desvio-padrão é menor do que 2% para grande parte das UFs.

A análise de decomposição estrutural também pode ser utilizada para a comparação entre sistemas inter-regionais, como pode ser constatado em Owen et al. (2014) e Owen (2017). A variação total da produção entre o TUPI e o IIOAS será zero para todos os setores e regiões, já que os VBPs utilizados pelo TUPI e pelo IIOAS são iguais. Porém, podem-se captar as diferenças existentes entre os referidos métodos ao decompor a variação total em: (i) variações tecnológicas (inversa de Leontief), (ii) variações na estrutura da demanda final; e (iii) variações no volume da demanda final.

A Tabela 3.9 apresenta as variações percentuais provenientes do efeito tecnológico, da estrutura da demanda final e do volume da demanda final entre o TUPI e o IIOAS. Para realizar essa análise, utilizou-se a variação regional média percentual em módulo, para evitar que variações negativas anulem variações positivas. Além disso, essas variações foram ponderadas pela participação que o VBP do setor na UF tem no VBP total da UF para que fosse garantida a proporcionalidade.

Tabela 3.9: Diferença percentual média regional, ponderada pela participação que o VBP do setor na UF tem no VBP total da UF

UF	Tecnológico	Estrutura Demanda Final	Volume Demanda Final
RO	2,9%	3,7%	3,4%
AC	3,9%	5,4%	4,5%
AM	6,2%	7,8%	4,1%
RR	4,2%	6,7%	4,9%
PA	4,2%	5,1%	3,9%
AP	4,6%	6,9%	4,7%
TO	4,8%	6,3%	4,4%
MA	5,5%	7,4%	3,6%
PI	4,0%	5,3%	4,2%
CE	4,9%	6,5%	4,1%
RN	3,7%	6,7%	4,7%
PB	4,4%	5,5%	4,5%
PE	4,7%	5,4%	3,7%
AL	6,3%	7,1%	5,0%
SE	4,2%	5,0%	4,8%
BA	3,6%	3,1%	3,1%
MG	2,3%	3,5%	2,9%
ES	4,8%	4,5%	2,6%
RJ	3,6%	3,6%	2,9%
SP	1,9%	3,5%	2,6%
PR	4,8%	5,6%	3,3%
SC	4,2%	4,8%	3,2%
RS	3,3%	4,4%	2,6%
MS	5,7%	7,1%	3,2%
MT	4,4%	5,6%	2,6%
GO	2,7%	5,2%	3,7%
DF	4,5%	9,7%	5,6%
Máx.	6,32%	9,68%	5,60%
Mín.	1,89%	3,15%	2,56%
Média	4,23%	5,61%	3,80%

Fonte: elaborado pelo autor.

As maiores variações entre os dois métodos estão na estrutura da demanda final. Parte das variações provenientes da estrutura e do volume da demanda final pode ser atribuída à forma como o TUPI e o IIOAS tratam as variações de estoques (descrito na Figura 3.4), já que as diferenças entre investimento, consumo das famílias e gastos do governo, estimados pelos dois métodos, são menores do que as diferenças nas variações de estoques, conforme apresenta a Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do TUPI e do IIOAS

Elementos DF	CORREL	TUPI	IIOAS	Diferença %
Todos os elementos DF	0,9988	4.387.146,72	4.352.677,68	0,7%
Investimento	0,999	775.685,03	774.985,99	0,1%
Consumo das Famílias	0,994	2.239.017,69	2.173.854,93	3,0%
Gastos do Governo	0,996	817.368,00	878.087,74	7,2%
Exportações	1,000	501.802,00	501.802,00	0,0%
Estoques	0,311	53.274,00	23.947,03	76,0%
Estoques em módulo	0,309	72.874,58	125.290,00	52,9%
Estoques em módulo (Serviços)	0,086	248,11	51.689,21	198,1%

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com a Tabela 3.10, em termos de estrutura dos vetores de demanda final, as variações de estoques estimadas pelo TUPI e pelo IIOAS apresentam a menor correlação, seja do valor absoluto, seja do valor em módulo. Essa correlação ainda é menor quando se consideram apenas os setores de serviços.

No que diz respeito ao volume dos vetores de demanda final, as diferenças entre as variações de estoques estimadas pelos dois métodos também são as maiores. Apesar disso, pode-se perceber que a variação de estoques nos dois métodos é suficientemente pequena, a ponto de não comprometer os totais das demandas finais estimadas pelo TUPI e pelo IIOAS, já que a correlação entre a soma dos elementos da demanda final dos dois referidos métodos é de 0,998.

Voltando à Tabela 3.9, a variação tecnológica média entre os dois métodos de estimação foi de 4,23%, sendo as maiores no Amazonas e no Alagoas, já as menores variações tecnológicas entre os dois métodos ocorreram nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Novamente, percebe-se que as maiores diferenças entre os métodos estão em estados com menor representatividade econômica para o país.

A mesma análise feita em termos regionais pode ser feita setorialmente, isto é, pode-se calcular a variação média percentual por setor, também ponderando pela participação que o VBP do setor na UF tem no VBP do referido setor nacionalmente, conforme a Tabela 3.11. As diferenças setoriais foram menores do que as regionais, nos três elementos em que houve a decomposição.

Tabela 3.11: Diferença percentual média setorial, ponderada pela participação que VBP do setor na UF tem no VBP do setor nacional

Setores	Tecnologia	Estrutura Demanda Final	Volume Demanda Final
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e à pós-colheita	8,42%	9,54%	3,57%
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	3,51%	4,55%	3,53%
Produção florestal pesca e aquicultura	11,47%	12,73%	5,29%
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	4,27%	4,07%	4,15%
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	3,37%	2,50%	2,58%
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e aglomeração	0,36%	0,58%	0,79%
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	2,80%	2,76%	5,47%
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	2,96%	4,23%	3,12%
Fabricação e refino de açúcar	2,70%	3,16%	4,34%
Outros produtos alimentares	4,99%	5,23%	4,28%
Fabricação de bebidas	2,52%	2,45%	2,06%
Fabricação de produtos do fumo	0,89%	2,93%	2,53%
Fabricação de produtos têxteis	6,36%	7,00%	0,70%
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,81%	1,51%	1,71%
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	2,11%	1,97%	0,51%
Fabricação de produtos da madeira	2,48%	5,20%	5,45%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	1,38%	1,52%	1,59%
Impressão e reprodução de gravações	2,25%	3,47%	1,30%
Refino de petróleo e coquerias	4,13%	1,53%	4,04%
Fabricação de biocombustíveis	10,93%	9,75%	5,24%
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	4,45%	1,80%	4,63%
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	3,50%	4,65%	4,69%
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene	1,70%	2,41%	1,25%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1,79%	2,96%	2,16%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	3,01%	3,75%	3,68%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1,96%	4,52%	5,39%
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	2,12%	1,83%	2,25%
Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais	2,69%	1,59%	2,10%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	2,48%	3,63%	4,50%
Fabricação de equipamentos de informática e produtos eletrônicos	6,25%	4,71%	1,60%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	7,03%	6,96%	1,29%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	3,66%	3,58%	0,40%
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1,49%	3,94%	3,72%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	6,39%	9,05%	7,05%
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos	1,29%	5,95%	6,99%
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	7,44%	6,90%	4,09%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2,53%	2,75%	1,65%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	9,01%	10,86%	2,82%
Água, esgoto e gestão de resíduos	3,47%	4,58%	1,90%

Continua...

Setores	Tecnologia	Estrutura Demanda Final	Volume Demanda Final
Construção	2,72%	2,62%	0,36%
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	3,03%	3,10%	2,12%
Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	4,42%	4,93%	2,18%
Transporte terrestre	3,93%	4,84%	2,46%
Transporte aquaviário	4,87%	5,50%	2,25%
Transporte aéreo	4,54%	4,03%	2,17%
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	2,19%	3,48%	2,24%
Alojamento	2,61%	3,61%	1,55%
Alimentação	2,91%	3,88%	2,55%
Edição e edição integrada à impressão	2,34%	3,16%	1,75%
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição	2,97%	4,23%	1,66%
Telecomunicações	2,51%	2,94%	2,40%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	1,77%	2,16%	0,72%
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	2,15%	3,29%	2,09%
Atividades imobiliárias	4,27%	3,94%	2,70%
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	1,98%	2,13%	1,79%
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	4,29%	5,02%	1,50%
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	2,03%	2,68%	1,50%
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	3,08%	3,84%	1,69%
Outras atividades administrativas e serviços complementares	2,39%	3,64%	1,67%
Atividades de vigilância, segurança e investigação	3,55%	6,00%	2,50%
Administração pública, defesa e seguridade social	0,81%	6,90%	6,63%
Educação pública	0,27%	6,67%	6,64%
Educação privada	1,76%	3,25%	2,56%
Saúde pública	0,08%	6,94%	6,93%
Saúde privada	0,72%	0,99%	0,96%
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	1,59%	4,08%	4,50%
Organizações associativas e outros serviços pessoais	2,00%	9,07%	8,22%
Serviços domésticos	0,00%	2,95%	2,95%
Máx.	11,47%	12,73%	8,22%
Mín.	0,08%	0,58%	0,36%
Média	3,28%	4,31%	2,99%
Desvio-padrão	2,33%	2,41%	1,85%

Fonte: elaborado pelo autor.

Os setores com maior diferença tecnológica são Produção Florestal e Fabricação de Biocombustíveis; já os setores com menor diferença tecnológica são Saúde Pública e Saúde Privada. No tocante à estrutura da demanda final, os setores com menor e maior variação são, respectivamente, Extração de minério de ferro e Produção Florestal e Aquicultura. Os setores de Construção e Organizações Associativas e Outros Serviços Pessoais são, respectivamente, os que possuem menor e maior variação no volume da demanda final.

As diferenças tecnológicas, advindas de diferenças na inversa de Leontief estimadas pelo TUPI e pelo IIOAS, são provenientes, principalmente, da forma como os referidos métodos tratam os valores referentes à importação, conforme já mencionado. Contudo, além das diferenças nas importações, deve-se considerar as diferenças no modo como o TUPI e o IIOAS estimam seus fluxos intrarregionais e inter-regionais, já que os VPBs e os VAs são iguais.

No TUPI, os fluxos intrarregionais são estimados utilizando o CIQ, que tem como base a participação da produção do produto na região, tomando como referência a produção nacional do referido produto. Os fluxos inter-regionais também utilizam a participação que a produção de um determinado produto, na região de origem, tem na produção nacional desse produto, descontando a produção da região de destino.

Já o IIOAS utiliza apenas a relação entre oferta e demanda regionais para computar os fluxos intrarregionais e, para os fluxos inter-regionais, utiliza a participação que a região de origem tem na produção nacional, multiplicado por um coeficiente de impedância, baseado no tempo de viagem entre as regiões de origem e de destino.

Por isso, toda vez que um estado tiver um fluxo de comércio determinado por sua participação na produção nacional menor do que o determinado pelo coeficiente de impedância, ou seja, sua participação na produção nacional for afetada negativamente pela distância, os coeficientes técnicos do TUPI serão menores do que os do IIOAS.

3.6.Considerações finais

O presente capítulo teve como objetivo identificar as diferenças entre os sistemas inter-regionais de insumo-produto, construídos para as 27 UFs brasileiras, a partir dos métodos TUPI e IIOAS.

Após a descrição de cada método, pode-se perceber que eles são consistentes com a matriz de insumo-produto nacional e com as Contas Regionais. Além disso, ambos os métodos podem ser aplicados na construção de sistemas inter-regionais de insumo-produto para qualquer país que publique suas Tabelas de Usos e Recursos Nacionais e possua algumas informações subnacionais para a regionalização.

No que se refere à aplicação, o IIOAS apresenta maior facilidade para o sistema entre as UFs brasileiras, mas o TUPI parece ter maior flexibilidade na combinação de diferentes níveis regionais, isto é, para se aplicar o IIOAS em um sistema inter-regional de insumo-produto que contenha um município, o restante do estado a que ele pertence e o restante do país a que

esse estado pertence, é necessário construir matrizes de comércio para todos os municípios daquele estado, o que não é necessário quando se utiliza o TUPI.

No que tange à comparação entre os dois métodos, em termos partitivos, o STPE e o WAD mostraram maior diferença entre os fluxos inter-regionais estimados pelo TUPI e pelo IIOAS do que entre fluxos intrarregionais estimados pelos mesmos. Todavia, os valores encontrados para o STPE e o WAD, quando comparados aos valores para estas medidas encontrados em outros trabalhos, como Flegg et al. (2016), mostraram-se menores.

Apesar de, segundo o STPE e o WAD, as diferenças entre os fluxos de comércio inter-regionais estimados pelos dois métodos serem maiores do que os fluxos intrarregionais, os fluxos inter-regionais do TUPI e do IIOAS apresentaram alta correlação e baixa dispersão para todos os setores analisados.

No que se refere à acurácia holística entre os sistemas estimados pelos dois métodos, os multiplicadores de produção estimados pelo TUPI e pelo IIOAS apresentaram alta correlação positiva. A diferença média entre os multiplicadores de produção setoriais dentro de cada região foi de menos de 2%.

Quando se consideram as porções intrarregionais e inter-regionais dos multiplicadores, a diferença entre os valores estimados pelos dois métodos aumenta, principalmente a parte inter-regional.

As diferenças na decomposição do valor adicionado de cada UF vinculada à demanda final de cada UF ficaram, em média, em torno de 10%.

A análise de decomposição estrutural feita para avaliar as diferenças tecnológicas e de estrutura e volume da demanda final mostraram variação média relativamente baixa. A maior variação média apresentada foi na estrutura da demanda final (5,6%), principalmente devido às diferenças na variação dos estoques. Contudo, a magnitude dos estoques é relativamente baixa, quando se considera todo o restante da demanda final.

Nesse contexto, pode-se concluir que, apesar da acurácia partitiva apresentar algumas diferenças aparentemente altas entre os sistemas estimados, em média, a diferença entre os valores estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, em termos holísticos, não apresentou grandes discrepâncias, principalmente no que diz respeito ao *ranking* dos multiplicadores setoriais e regionais. De forma geral, a escolha entre os dois métodos não compromete o resultado da análise de insumo-produto. No entanto, para estudos específicos, que envolvam um determinado setor ou uma determinada região, principalmente se esta estiver no Norte do Brasil, é preciso que o analista esteja atento às possíveis variações observadas no presente estudo.

As diferenças maiores entre os métodos para os estados da Região Norte podem ser consequência do uso do tempo de viagem na determinação dos fluxos de comércio no IIOAS. Já o TUPI não tem nenhuma relação com o tempo de viagem ou com a distância na determinação dos referidos fluxos.

Algumas considerações podem ser feitas em relação ao processo de construção do TUPI e do IIOAS. No que diz respeito ao IIOAS, pode-se sugerir que: (i) o coeficiente de potencial de comércio (F) utilizado na estimação dos fluxos inter-regionais atualmente é determinado sem um cálculo específico para cada setor ou região. Seria interessante encontrar uma maneira de estimar esse coeficiente estatisticamente ou baseado na hipótese de Kronenberg (2009) descrita no capítulo anterior, o que daria mais legitimidade ao mesmo; (ii) realizar, de maneira semelhante ao TUPI, alguns ajustes na variação de estoques, que apresentam valores relevantes para setores de serviços, em que não é comum a existência de estoques.

No que tange ao TUPI, também pode-se sugerir: (i) o valor inicial na estimação dos fluxos intrarregionais é atualmente calculado pelo CIQ. O CIQ, segundo Flegg *et al.* (2016) e Lamonica e Chelli (2017), não apresenta uma boa performance quando comparado à outras variações de coeficientes locacionais. Por isso, a utilização do Coeficiente Locacional Simples ou o Coeficiente Locacional de Flegg, poderia dar resultados iniciais melhores; (ii) no que diz respeito aos fluxos intrarregionais, a regra de decisão dos coeficientes técnicos que utiliza um X diferente para cada setor, baseada em seu potencial de comércio, atualmente não tem uma fórmula de cálculo, é apenas determinada de maneira *ad hoc*, semelhante ao que acontece no (F) do IIOAS. Determinar o valor do X através de um cálculo estatístico, daria maior legitimidade ao mesmo.

ANEXO I: Lista de setores e produtos

1 Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	35 Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
2 Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	36 Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
3 Produção florestal; pesca e aquicultura	37 Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
4 Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	38 Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
5 Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	39 Água, esgoto e gestão de resíduos
6 Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	40 Construção
7 Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	41 Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas
8 Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	42 Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
9 Fabricação e refino de açúcar	43 Transporte terrestre
10 Outros produtos alimentares	44 Transporte aquaviário
11 Fabricação de bebidas	45 Transporte aéreo
12 Fabricação de produtos do fumo	46 Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
13 Fabricação de produtos têxteis	47 Alojamento
14 Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	48 Alimentação
15 Fabricação de calçados e de artefatos de couro	49 Edição e edição integrada à impressão
16 Fabricação de produtos da madeira	50 Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem
17 Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	51 Telecomunicações
18 Impressão e reprodução de gravações	52 Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
19 Refino de petróleo e coquerias	53 Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
20 Fabricação de biocombustíveis	54 Atividades imobiliárias
21 Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	55 Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
22 Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	56 Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D
23 Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	57 Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
24 Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	58 Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
25 Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	59 Outras atividades administrativas e serviços complementares
26 Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	60 Atividades de vigilância, segurança e investigação
27 Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	61 Administração pública, defesa e seguridade social
28 Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	62 Educação pública
29 Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	63 Educação privada
30 Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	64 Saúde pública
31 Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	65 Saúde privada
32 Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	66 Atividades artísticas, criativas e de espetáculos
33 Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	67 Organizações associativas e outros serviços pessoais
34 Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	68 Serviços domésticos

Lista de Produtos

1 Arroz, trigo e outros cereais	43 Celulose	86 Produtos de indústrias diversas
2 Milho em grão	44 Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	87 Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
3 Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária	45 Serviços de impressão e reprodução	88 Eletricidade, gás e outras utilidades
4 Cana-de-açúcar	46 Combustíveis para aviação	89 Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos
5 Soja em grão	47 Gasócool	90 Edificações
6 Outros produtos e serviços da lavoura temporária	48 Naftas para petroquímica	91 Obras de infraestrutura
7 Laranja	49 Óleo combustível	92 Serviços especializados para construção
8 Café em grão	50 Diesel - biodiesel	93 Comércio e reparação de veículos
9 Outros produtos da lavoura permanente	51 Outros produtos do refino do petróleo	94 Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores
10 Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.	52 Etanol e outros biocombustíveis	95 Transporte terrestre de carga
11 Leite de vaca e de outros animais	53 Produtos químicos inorgânicos	96 Transporte terrestre de passageiros
12 Suínos	54 Adubos e fertilizantes	97 Transporte aquaviário
13 Aves e ovos	55 Produtos químicos orgânicos	98 Transporte aéreo
14 Produtos da exploração florestal e da silvicultura	56 Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	99 Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes
15 Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	57 Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	100 Correio e outros serviços de entrega
16 Carvão mineral	58 Produtos químicos diversos	101 Serviços de alojamento em hotéis e similares
17 Minerais não-metálicos	59 Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	102 Serviços de alimentação
18 Petróleo, gás natural e serviços de apoio	60 Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	103 Livros, jornais e revistas
19 Minério de ferro	61 Produtos farmacêuticos	104 Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão
20 Minerais metálicos não-ferrosos	62 Artigos de borracha	105 Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. relacionados
21 Carne de bovinos e outros prod. de carne	63 Artigos de plástico	106 Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
22 Carne de suíno	64 Cimento	107 Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
23 Carne de aves	65 Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	108 Aluguel efetivo e serviços imobiliários
24 Pescado industrializado	66 Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-metálicos	109 Aluguel imputado
25 Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	67 Ferro-gusa e ferroligas	110 Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria
26 Outros produtos do laticínio	68 Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	111 Pesquisa e desenvolvimento
27 Açúcar	69 Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	112 Serviços de arquitetura e engenharia
28 Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas	70 Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	113 Publicidade e outros serviços técnicos
29 Óleos e gorduras vegetais e animais	71 Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	114 Aluguéis não-imob. e gestão de ativos de propriedade intelectual
30 Café beneficiado	72 Componentes eletrônicos	115 Condomínios e serviços para edifícios
31 Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	73 Máquinas para escritório e equip. de informática	116 Outros serviços administrativos
32 Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	74 Material eletrônico e equip. de comunicações	117 Serviços de vigilância, segurança e investigação
33 Rações balanceadas para animais	75 Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	118 Serviços coletivos da administração pública
34 Outros produtos alimentares	76 Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	119 Serviços de previdência e assistência social
35 Bebidas	77 Eletrodomésticos	120 Educação pública
36 Produtos do fumo	78 Tratores e outras máquinas agrícolas	121 Educação privada
37 Fios e fibras têxteis beneficiadas	79 Máquinas para a extração mineral e a construção	122 Saúde pública
38 Tecidos	80 Outras máquinas e equipamentos mecânicos	123 Saúde privada
39 Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis	81 Automóveis, camionetas e utilitários	124 Serviços de artes, cultura, esporte e recreação
40 Artigos do vestuário e acessórios	82 Caminhões e ônibus, incl. cabines, carrocerias e reboques	125 Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos
41 Calçados e artefatos de couro	83 Peças e acessórios para veículos automotores	126 Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos
42 Produtos de madeira, exclusive móveis	84 Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	127 Serviços pessoais
	85 Móveis	128 Serviços domésticos

ANEXO II: Correspondência entre os Setores da Matriz de Insumo-produto e do CONFAZ

Setores CONFAZ	Setores da Matriz de Insumo-produto
Materiais elétricos som e imagem	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
Material de transporte	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
Indústria Química	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
Produtos minerais	Refino de petróleo e coquearias Fabricação de biocombustíveis
Metais comuns	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
Alimentos, bebidas e tabaco	Fabricação e refino de açúcar Outros produtos alimentares Fabricação de bebidas Fabricação de produtos do fumo
Materiais plásticos e borracha	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
Produtos Têxteis	Fabricação de produtos têxteis Confecção de artefatos do vestuário e acessórios
Peles, Couros, Bolsas, Calçados e Chapéus.	Fabricação de calçados e de artefatos de couro

Fonte: elaborado pelos autores.

4. A INFLUÊNCIA DO MÉTODO EM MODELOS INTERNACIONAIS

As matrizes insumo-produto nacionais têm sido amplamente utilizadas pelos planejadores da economia como uma ferramenta efetiva para analisar várias questões sociais e ambientais. Não obstante, a abordagem convencional, baseada numa única perspectiva regional, tornou-se menos efetiva nos anos recentes devido às notáveis mudanças nas redes de produção, principalmente no que tange à fragmentação internacional dos processos de produção e ao consequente aumento nas transações intermediárias, não só entre países vizinhos, mas também blocos inter-regionais, o que aumenta a relevância de sistemas globais de insumo-produto. (Yamano, 2017).

Para Miller e Blair (2009), nos modelos internacionais, a estrutura do sistema de insumo-produto segue o mesmo raciocínio dos modelos inter-regionais ou multirregionais. Em alguns casos, a coleta de dados torna-se até mais fácil, pois, enquanto os dados referentes às importações e exportações regionais (considerando regiões dentro de um mesmo país) são, na maioria das vezes, incompletos ou inexistentes, os mesmos dados podem ser coletados para grande parte dos países, considerando exportações ou importações para o exterior.

Contudo, quando se trata de modelos internacionais, outros problemas precisam ser superados, como: (i) problemas de transbordo, (ii) reexportação, (iii) reimportação e (iv) diferenças na valoração *Cost, Insurance and Freight – CIF –* e *Free on Board – FOB*. Além disso, as matrizes de insumo-produto nacionais estão, em sua maioria, em preços básicos e os dados de comércio, disponibilizados nas bases internacionais, em preços ao consumidor. A forma como cada organização internacional, que se propõe a estimar os sistemas internacionais de insumo-produto, lida com esses problemas pode acarretar diferenças significativas nos sistemas estimados.

Entre as principais bases de dados disponibilizadas para sistemas Globais Multirregionais baseados em modelos de insumo-produto estão o *Intercountry Input-Output Model – ICIO –* da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE – (Yamano, 2017) e a *World Input-Output Data base – WIOD –* (Dietzenbacher et al. 2013). Além das bases EORA (Lenzen et al., 2013); EXIOBASE (Tukker et al., 2009) e *Global Trade Analysis Project – GTAP*.

Outro exemplo interessante de modelo internacional de insumo-produto é o do Instituto de Desenvolvimento Econômico do Japão – IDE-JETRO – (MENG et al. 2013) que produziu uma longa série de tempo de matrizes insumo-produto para os países asiáticos.

Nesse contexto, considerando-se a diversidade de sistemas multirregionais globais, identificar como a escolha entre os sistemas internacionais, publicados por várias organizações,

pode afetar os resultados da análise de insumo-produto torna-se de suma importância e já é tema recorrente na literatura.

A comparação entre sistemas multirregionais globais de insumo-produto já é objeto de vários trabalhos internacionais como o de Owen et al. (2014) que comparam os sistemas estimados por três organizações, Eora, GTAP e WIOD. Também Steen-Olsen et al. (2014) que compararam os resultados obtidos utilizando Eora, EXIOBASE, GTAP e WIOD no que diz respeito à sensibilidade dos multiplicadores de emissões de CO₂ a diferentes agregações. Stadler, Steen-Olsen e Wood (2014) analisaram o comportamento da região chamada de “Resto do Mundo” entre a EXIOBASE, o GTAP e a WIOD. Moran e Wood (2014) também analisaram a convergência entre as bases Eora, WIOD, EXIOBASE e GTAP em relação à emissão de carbono.

Pode-se observar que a literatura anteriormente citada não utiliza em suas comparações o *Intercountry Input-Output* – ICIO –, desenvolvido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico e que a *World Input-Output Table* – WIOT – desenvolvida pela *World Input-Output Database* – WIOD – está presente em todas as análises. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo comparar os sistemas inter-regionais ICIO e WIOD no intuito de observar suas diferenças, em termos partitivos e holísticos, no intuito de contribuir para a literatura já existente.

No presente capítulo, comparam-se os sistemas internacionais estimados pela WIOT e pelo ICIO nos anos de 1995 e 2011. Os referidos períodos foram escolhidos por serem os anos extremos das séries disponíveis, tanto para o ICIO quanto para a WIOT. Desta forma, podem-se captar alguns aspectos referentes à evolução da qualidade das informações durante todo o período em que os dados são disponibilizados.

Foram utilizadas a publicação 2016 do ICIO e a publicação 2013 da WIOD, por serem baseadas na mesma classificação *International Standard Industrial Classification* – ISIC 3; não foi utilizada a publicação 2016 da WIOD por ser baseada na classificação ISIC 4.

No intuito de cumprir o objetivo proposto, afora esta introdução, o capítulo está dividido em quatro seções. Na seção dois, são descritos os processos de construção dos sistemas internacionais de insumo-produto WIOT e ICIO. A seção três apresenta o processo de compatibilização entre as bases para a posterior comparação. Na seção quatro, os dois sistemas são

comparados, em termos partitivos e holísticos; e, na seção cinco, são apresentadas as considerações finais.

4.1.Descrição do processo de construção dos sistemas utilizados

Os modelos globais de insumo-produto são sistemas complexos, que exigem uma grande quantidade de dados referentes ao comércio intrarregional e inter-regional. Esses dados estão, em sua maioria, disponíveis nas Tabelas de Usos de Recursos dos países e nas bases de dados que registram o comércio internacional. Além disso, diferente dos modelos inter-regionais subnacionais, não existe uma matriz de insumo-produto mundial para ser utilizada como referência, por isso, o processo de construção é majoritariamente *bottom-up*.

Todavia, no processo de construção dos sistemas internacionais, é preciso lidar com alguns problemas existentes nos dados disponíveis, problemas referentes às estatísticas espelho, valoração CIF x FOB e preços básicos x preços ao consumidor. Diante dessas questões, as organizações que constroem os sistemas globais de insumo-produto podem usar diferentes estratégias no tratamento dos dados. Nesse cenário, a presente seção tem como objetivo descrever o processo de construção da WIOT e do ICIO, que serão comparados nas seções posteriores.

4.1.1. Sistema internacional da *World Input-Output Database* – WIOD³⁹

De acordo com Dietzenbacher et al. (2013), a base de dados da WIOD foi construída visando principalmente atender a três características (i) ser global; (ii) captar as mudanças ao longo do tempo, no intuito de avaliar o desenvolvimento ocorrido; e (iii) incluir uma variedade de indicadores socioeconômicos e ambientais. Além disso, também visa fornecer ferramentas que possam atender às necessidades dos gestores de políticas e de pesquisadores que buscam observações empíricas para testar suas teorias acadêmicas.

Na edição disponibilizada em 2013, o sistema internacional de insumo-produto da WIOD chamado de *World Input-Output Table* – WIOT – foi estimado para 40 países, sendo todos da União Europeia mais as 13 maiores economias do mundo, além das estimativas para o chamado “restante do mundo”. Para cada país, as tabelas foram construídas para refletir o quanto de cada um dos 59 produtos foi produzido e utilizado por cada um dos 35 setores. As informações estão

³⁹ Toda a descrição do sistema internacional de insumo-produto da WIOD é feita baseada em Dietzenbacher et al. (2013).

disponíveis gratuitamente para os anos de 1995 a 2011, a preços básicos para o ano corrente e preços básicos para o ano anterior.

O processo de construção do sistema internacional da WIOD, descrito nesta seção, está organizado da seguinte maneira: inicialmente, é descrito o processo de construção das Matrizes de Produção e de Usos – SUTs – nacionais e a forma de harmonização das mesmas com os valores das contas nacionais. Em seguida, é descrito o processo de estimação dos fluxos de comércio internacionais e, por fim, é detalhada forma de construção das tabelas simétricas de insumo produto – WIOTs.

4.1.1.1. Construção das Matrizes de Produção e de Usos – SUTs – nacionais e harmonização com as contas nacionais

O ponto inicial são as SUTs nacionais, publicadas pelos institutos de estatísticas dos países. No entanto, pelo fato das SUTs não serem publicadas todos os anos e muitas vezes não serem harmonizadas ao longo do tempo, utilizam-se como referência os valores provenientes das contas nacionais.

A harmonização dos valores das SUTs, entre os países que compõem o sistema internacional, envolve alguns aspectos como: (i) classificação produto-setor; (ii) forma de valoração dos bens e serviços (preços básicos ou preços ao consumidor); (iii) agregação e desagregação de setores; (iv) comércio em trânsito; (v) reexportação. Esses aspectos serão discutidos em seguida.

O nível de detalhes de produtos e setores nas SUTs e nas Tabelas de Insumo-Produto – IOTs variam amplamente entre países, variáveis e períodos. As SUTs nacionais ou IOTs são convertidas em matrizes com 59 produtos (baseados na Classificação Internacional de Produtos por Atividade – CPA) e 35 setores (baseados na Nomenclatura Geral de Atividade Econômica – NACE 1, que corresponde ao Padrão Internacional de Classificação Setorial – ISIC 3). Para isso, foram desenvolvidas tabelas de concordância entre as classificações nacionais e as utilizadas na WIOD. A classificação por produto corresponde à utilizada pela EUROSTAT em suas publicações de SUTs para os países EU27. A escolha da classificação de 35 setores foi baseada no nível de detalhes setoriais na base de dados EU KLEMS, que é a mais importante fonte de dados para as contas satélites socioeconômicas da WIOD.

Em relação aos preços, o conceito de preços básicos para o produto total e preços ao consumidor para os bens intermediários tem sido harmonizado entre os países. No entanto, alguns países, como a China e o Japão, ainda trabalham com um conceito diferente (a forma de harmonização será explicada mais adiante).

No que tange à agregação e desagregação, enquanto a agregação de produtos e setores em uma SUT é, muitas vezes, direta, a desagregação não é. Para desagregar uma indústria, primeiramente, são necessários dados das contas nacionais separados em valor adicionado e produto bruto por setor a ser desagregado. Para desagregar um setor em uma matriz de produção, a WIOD assume participações comuns nas vendas dos produtos por cada setor a ser desagregado. Já para desagregar um setor na matriz de usos, a WIOD assume coeficientes de insumos intermediários comuns para cada setor a ser desagregado.

De acordo com o Sistema de Contas Nacionais – SNA – e seguindo o Manual de Balanço de Pagamentos – BoP –, a exportação de bens e serviços consiste em vendas de bens e serviços de residentes para não residentes, enquanto as importações consistem em compras de bens e serviços por residentes de não residentes. Esse é o princípio da mudança de propriedade. Portanto, os bens que estão em trânsito não são computados nas estatísticas de importação ou de exportação, pois não houve ainda a mudança de propriedade.

Já os bens que são importados e exportados novamente (reexportações) sem mudanças substanciais, como houve mudança de propriedade, devem ser incluídos. O SNA recomenda um tratamento especial para os bens que são enviados para o exterior, sem mudança de propriedade, e depois reimportados. Para as perspectivas analíticas da WIOD, qualquer atividade que gere valor adicionado deve ser incluída nas matrizes. Portanto, importações para processamento devem sempre ser registradas como consumo intermediário pelo país que processou, para refletir a tecnologia adjacente à indústria de processamento.

As SUTs são, de forma geral, disponibilizadas para uma série restrita de anos (por exemplo, 5 em 5 anos) e são raramente revisadas. As contas nacionais, por sua vez, são usualmente revisadas, isso ocorre pelo fato dos sistemas estatísticos se desenvolverem e/ou de ocorrer a implementação de novas metodologias ou novas regras de contabilização. Muitas vezes, essas revisões são para garantir consistência e comparabilidade ao longo do tempo. Por isso, as Contas Nacionais são utilizadas como referência para a harmonização e construção de uma série temporal, iniciando para os anos em que as SUTs estão disponíveis, conforme a Figura 4.1.

Figura 4.1: SUTs Nacionais

	Produtos	Setores	Dem. Fin.	Estoques	Exportação	Total
Produtos		U	Y	s	E	q
Setores	V_b					x_b
Importação	m'					m
Valor adic.		w'_b				w_b
Margens	t'_m					t_m
Imp. Líq.	t'_n					t_n
Total	q'	x'_b	y'	s	E	

Fonte: Dietzenbacher et al. (2013).

Em que U é a matriz de usos a preços ao consumidor; Y é uma matriz de demanda final a preços ao consumidor (com quatro categorias: consumo das famílias, gasto das empresas sem fins lucrativos, gastos do governo e formação bruta de capital fixo); s é um vetor de mudança nos estoques e seu total é s ; e é um vetor de exportações (*fob*) e seu total é dado por e ; q é um vetor de demanda total a preços ao consumidor; V_b é a matriz de produção a preços básicos; x_b é um vetor de produção a preços básicos por indústria; m' é um vetor de importações (*cif*) e seu total é dado por m ; w'_b é um vetor de valor adicionado por indústria e seu total é dado por w_b ; t'_m é um vetor de margens (por exemplo, de comércio e transporte) e seu total é dado por t_m ; t'_n é um vetor de impostos líquidos (impostos – subsídios) e seu total é dado por t_n ; y' é um vetor (1x4) com o total dos elementos da demanda final; q' é um vetor com o total ofertado por produto a preços ao consumidor.

A harmonização das SUTs com as Contas Nacionais, então, é feita como segue: Para os vetores de importação e exportação ($\hat{m}$ e $\hat{e}$):

$$\hat{m} = m_i \left(\frac{\bar{m}}{m} \right) \quad \text{e} \quad \hat{e} = e_i \left(\frac{\bar{e}}{e} \right) \quad (4.1)$$

Em que m_i e e_i são, respectivamente, os valores das importações do produto i e das exportações do produto i na SUT; m é o total das importações na SUT; e é o total das exportações na SUT. Os elementos com barras são as importações e exportações provenientes das contas nacionais.

As matrizes de usos estão tipicamente em preços ao consumidor, dessa forma, os preços precisam ser transformados em preços básicos, no intuito de chegar a um conceito de preços

comum. A diferença entre as duas matrizes é a chamada “matriz de avaliação”, que não está disponível em fontes públicas e, por isso, precisa ser estimada.

Na WIOD, existe a distinção entre margens (incluindo todo o comércio automotivo, atacado, varejo e margens de transporte). Os impostos líquidos por produto são obtidos das matrizes de produção. As margens são derivadas residualmente em dois processos, como seguem:

Primeiro, a combinação de margens mais impostos líquidos é adaptada aos totais das contas nacionais (os elementos com barras são provenientes do sistema de contas nacionais):

$$\hat{t}_i = \frac{(t_i^m + t_i^n)(\bar{t}_m + \bar{t}_n)}{t_m + t_n} \quad (4.2)$$

Em que t_i^m indica as margens de comércio e de transporte por produto i ; e t_i^n os impostos líquidos por produto i . Para a estimação dos impostos líquidos, utilizaram-se as taxas de impostos, derivadas das SUTs ($\tau_i = t_i^n / q_i$). Para produtos que não têm margens (por exemplo, serviços), utilizou-se como primeira estimativa $\tilde{t}_i^n = \hat{t}_i$. Para os produtos que têm margem, utilizou-se $\tilde{t}_i^n = \tau_i q_i$. Pelo fato da soma dessas estimativas de impostos líquidos não somar $\bar{t}^n$, elas precisam ser normalizadas no segundo processo. Para os produtos que não têm margem $\hat{t}_i^n = \tilde{t}_i^n = \hat{t}_i$, note que esses impostos líquidos não são afetados pela normalização, pois não diferem de $\hat{t}_i$. Para os produtos que têm margem tem-se:

$$\hat{t}_i^n = \tilde{t}_i^n \frac{\bar{t}^n - \sum_{i \in \{nomarg\}} \tilde{t}_i^n}{\sum_{i \in \{marg\}} \tilde{t}_i^n} \quad (4.3)$$

Em que $\{nomarg\}$ é o conjunto de produtos que não têm margem; e $\{marg\}$ é o conjunto de produtos com margem. No intuito de posteriormente construir as matrizes insumo produto, as matrizes de produção e de usos devem adotar o mesmo conceito de preços, por isso, os dados das matrizes de usos são transformados em preços básicos, como segue:

Primeiro as taxas de margens por produto são calculadas, assumindo que elas não se aplicam às exportações. Para cada produto i tem-se que:

$$\hat{\tau}_i^n = \hat{t}_i^n / (\hat{q}_i - \hat{e}_i) \text{ e } \hat{\tau}_i^m = \hat{t}_i^m / (\hat{q}_i - \hat{e}_i) \quad (4.4)$$

Posteriormente, essa taxa é uniformemente aplicada à i ésima linha dos bens intermediários na matriz de usos (U) que está em preços ao consumidor e à i ésima linha dos valores de demanda

final (Y) na matriz de usos que também está em preços ao consumidor, assim como à variação de estoques. Essa multiplicação fornece a “Matriz de Avaliação” para os impostos líquidos e margens. Subtraindo essa matriz de U, Y e s, tem-se as estimativas iniciais para a Matriz de Usos a preços básicos ($\hat{U}_b^0$) e para a demanda final ($\hat{Y}_b^0$).

Infelizmente, os dados da variação de estoques por produto não são, tipicamente, coletados pelos institutos nacionais de estatística em bases anuais, normalmente são calculados de forma residual, na tentativa de equilibrar oferta e demanda por produto. Dada essa incerteza nas estatísticas oficiais, a WIOD adota um procedimento baseado nas mudanças totais nos estoques, que podem ser encontradas nas contas nacionais:

$$\hat{s}_i = s_i + \frac{|s_i|}{\sum_i |s_i| (\bar{s} - s)} \quad (4.5)$$

Note que a diferença entre o valor total dos estoques nas contas nacionais $\bar{s}$ e o referido valor nas SUTs s é distribuído de acordo com a participação absoluta do produto e não proporcionalmente.

As estimativas obtidas até agora levam à situação descrita na Figura 4.2.

Figura 4.2: Estimativas das SUT nacionais, com base nas contas nacionais

	Produtos	Setores	Dem. fin	Estoques	Exportação	Total
Produtos	...	$\hat{U}_b^0$	$\hat{Y}_b^0$			...
Setores	$\hat{V}_b$					$\bar{x}_b$
Imp. Líq.		$\hat{t}'_{ind}$	$\hat{t}'_{fin}$	t_{est}		$\bar{t}_n$
Importação	$\hat{m}'$					$\bar{m}$
Valor adic.		$\bar{w}'_b$				$\bar{w}_b$
Total	...	$\bar{x}'_b$	$\bar{y}'$	$\bar{s}$	$\bar{e}$	

Fonte: Dietzenbacher et al. (2013).

Deve ser enfatizado que a Figura 4.2 não é consistente, no sentido de que as somas das colunas não são iguais aos totais das linhas. Por isso, torna-se necessária a estimação das matrizes $\hat{U}_b$, $\hat{Y}_b$ e $\hat{V}_b$ que torne a Figura 4.2 consistente. Isso é feito com a aplicação de um método

desenvolvido especificamente para essa utilização, chamado de SUT-RAS, descrito em Temurshoev e Timmer (2011). Nesse procedimento, as estimativas iniciais $\hat{U}_b^0$, $\hat{Y}_b^0$ e $\hat{V}_b$ são iterativamente adaptadas, considerando os blocos coloridos em cinza na Figura 4.2 como dados e fixos.

Após a harmonização dos valores das Contas Nacionais com os das SUTs, para os anos em que as SUTs estão disponíveis, é construída então uma série de tempo para as SUTs nacionais, isto é, completando a série para os anos em que as SUTs não estão disponíveis.

Como no caso anteriormente descrito, a harmonização dos valores das SUTs com as contas nacionais, para os anos em que as SUTs não estão disponíveis, é necessária: (i) a estimação das importações/exportações; (ii) mudanças nos estoques; (iii) margens; (iv) impostos líquidos ao nível de produto; e, posteriormente, (v) a aplicação do SUT-RAS.

Suponha que b_1 e b_2 sejam dois anos em que são publicadas as SUTs, para esses anos a Equação 4.1 é usada, como já abordado anteriormente, o que fornece os valores de $\hat{e}_i^{(b_1)}$ e $\hat{e}_i^{(b_2)}$. Para os t anos intermediários entre b_1 e b_2 (em que não são publicadas SUTs), os dados de exportações precisam ser interpolados. A interpolação é feita utilizando-se as taxas de crescimento anual das Estatísticas de Comércio Internacional – ITS – ao nível de produto. Sendo as exportações no ano t do produto i nas ITS chamadas de $ew_i^{(t)}$, o procedimento de estimação é:

$$\hat{e}_i^{(t)} = \hat{e}_i^{(t-1)} \cdot \frac{ew_i^{(t)}}{ew_i^{(t-1)}} \cdot \sqrt[b_2-b_1]{\frac{\hat{e}_i^{(b_2)} / \hat{e}_i^{(b_1)}}{ew_i^{(b_2)} / ew_i^{(b_1)}}} \quad (4.6)$$

Posteriormente, as estimativas são normalizadas para que convirjam para o total das exportações nas contas nacionais $\bar{e}_i^{(t)}$:

$$\hat{e}_i^{(t)} = \bar{e}^{(t)} \frac{\hat{e}_i^{(t)}}{\sum_i \hat{e}_i^{(t)}} \quad (4.7)$$

As importações são estimadas da mesma maneira das exportações. Para as margens e impostos líquidos, segue-se o mesmo procedimento já descrito, utilizando-se as Equações 4.2 a 4.4 para estimar os valores nos anos em que as SUTs estão disponíveis.

Tomando os dois pontos iniciais b_1 e b_2 , as estimativas iniciais para o ano t da Matriz de Usos a preços básicos são obtidas pela Equação 4.8:

$$\hat{U}_b^{(t)} = \frac{(b_2 - t)\hat{U}_b^{(b_1)} + (t - b_1)\hat{U}_b^{(b_2)}}{b_2 - b_1} \quad (4.8)$$

O mesmo procedimento se aplica aos elementos da demanda final Y :

$$\hat{Y}_b^{(t)} = \frac{(b_2 - t)\hat{Y}_b^{(b_1)} + (t - b_1)\hat{Y}_b^{(b_2)}}{b_2 - b_1} \quad (4.9)$$

E para a matriz de produção:

$$\hat{V}_b^{(t)} = \frac{(b_2 - t)\hat{V}_b^{(b_1)} + (t - b_1)\hat{V}_b^{(b_2)}}{b_2 - b_1} \quad (4.10)$$

Para interpolar as variações de estoques, utilizam-se, das contas nacionais, as informações dos totais de variação de estoques $\bar{s}^{(t)}$. Das SUTs, têm-se as variações de estoques em nível de produto $s_i^{(b_1)}$ e $s_i^{(b_2)}$ e seus totais $s^{(b_1)}$ e $s^{(b_2)}$. Calcula-se, então, uma média aritmética simples entre os dois elementos das Equações 4.11 e 4.12.

$$\hat{s}_i^{(t)} = s_i^{(b_1)} + \frac{|s_i^{(b_1)}|}{\sum_i |s_i^{(b_1)}|} \cdot (\bar{s}^{(t)} - s^{(b_1)}) \quad (4.11)$$

$$\hat{s}_i^{(t)} = s_i^{(b_2)} + \frac{|s_i^{(b_2)}|}{\sum_i |s_i^{(b_2)}|} \cdot (\bar{s}^{(t)} - s^{(b_2)}) \quad (4.12)$$

O passo final é aplicar o SUT-RAS novamente. Os procedimentos descritos nessa seção fornecem: (i) matriz de usos, (ii) de produção e (iii) de demanda final, para todos os anos t e todas à preços básicos.

4.1.1.2. Estimação dos fluxos de comércio internacionais (SUTs internacionais)

Após a construção das SUTs nacionais, o próximo passo é separar os bens e serviços importados dos domésticos. Posteriormente, os bens e serviços importados serão desagregados, de acordo com o país de origem (incluindo o restante do mundo como um único país).

Os dados brutos para a construção do banco de dados de comércio internacional do projeto WIOD foram obtidos da base COMTRADE⁴⁰ ao nível de seis dígitos no *Harmonized System* (HS). Nessa etapa, é necessário trabalhar com algumas “confidencialidades”. Essas “confidencialidades” aparecem quando os Núcleos de Informações Estatísticas decidem não registrar a quantidade do

⁴⁰<https://comtrade.un.org/db/default.aspx>

produto que foi comercializado (confidencialidade relacionada ao produto) ou quem foi o parceiro comercial (confidencialidade relacionada ao parceiro comercial).

Esse problema ocorre quando há uma situação de quase-monopólio de um produto específico em um determinado país. Nesses casos, os Núcleos de Informações estatísticas registram o comércio criando um “parceiro comercial artificial”, chamado de “Categorias especiais”. O total comercializado em “Categorias Especiais” foi distribuído proporcionalmente aos fluxos de comércio registrados entre os outros países parceiros comerciais, de acordo com as diferenças entre o comércio total registrado e a soma do comércio nos códigos de seis dígitos das HS.

O HS seis dígitos fornece informações de fluxos bilaterais de bens para aproximadamente 5000 produtos, os fluxos individuais foram combinados de acordo com o HS seis dígitos e separados em consumo intermediário, consumo final e bens de capital. Essa correspondência foi construída a partir da *Broad Economic Categories* (BEC Revisão 3) das Nações Unidas.

Para estimação dos fluxos bilaterais de importação nas SUTs nacionais, é utilizado o seguinte procedimento: a participação das importações de cada um dos 5000 produtos j que têm o país h como origem e vai para cada uma das três categorias de consumo dadas por α_{jh}^{interm} , $\alpha_{jh}^{finalcons}$, α_{jh}^{fbcf} são derivadas das ITS. Utilizou-se m_j^{ITS} para indicar o total de importação do produto j na ITS, pois ele difere das importações apresentadas nas SUTs.

Isso implica que:

$$m_{jh}^{interm} = \alpha_{jh}^{interm} m_j^{ITS}; m_{jh}^{finalcons} = \alpha_{jh}^{finalcons} m_j^{ITS}; m_{jh}^{fbcf} = \alpha_{jh}^{fbcf} m_j^{ITS} \quad (4.13)$$

Sendo que $\sum_h (\alpha_{jh}^{interm} + \alpha_{jh}^{finalcons} + \alpha_{jh}^{fbcf}) = 1$

Posteriormente, os j produtos da classificação HS são agregados em $i = 1, \dots, 59$ pela classificação da WIOD.

Os dados referentes aos fluxos de serviços entre países tiveram tratamento diferenciado por suas especificidades de potencial de comercialização, intangibilidade e não possibilidade de estocagem. Para capturar esses aspectos, a Organização Mundial do Comércio – WTO – definiu um Acordo Geral para Comercialização de Serviços – GATS – para abranger os quatro modos de oferta de serviços: (1) Serviços entre fronteira – que são os serviços ofertados a partir do território de um país para o outro país; (2) Serviços consumidos fora do país – que são os serviços ofertados dentro do território de uma nação para consumidores de outra; (3) Serviços presenciais

comercialmente – que são serviços ofertados por qualquer profissional ou estabelecimento comercial de um país no território de outro (Investimento direto externo, por exemplo); (4) Serviços pessoais presenciais – que são serviços ofertados por cidadãos de um país no território de outro. Nos dados da WIOD, apenas os serviços do GATS tipo 1 foram coletados. Os sistemas internacionais da WIOD são construídos em bases territoriais, o que significa que incluem todas as atividades que acontecem no território de um país, por residentes ou não residentes, por isso os tipos 3 e 4 não são considerados importações ou exportação. O tipo 2 já está computado nos itens “compras dos não residentes no território doméstico” e “compras no exterior pelos residentes” nas SUTs nacionais e não serão desagregados por país ofertante.

Para criar o conjunto de dados dos fluxos de comércio bilaterais, utilizaram-se dados das Nações Unidas, Eurostat e OCDE. Porém, quando a mesma informação estava disponível nas diferentes fontes, optaram-se pelos dados das Nações Unidas. O resultado é um conjunto de dados que contém informações sobre o fluxo bilateral de serviços para 40 países representados na WIOD e o Restante do mundo como um país adicional.

Para obtenção das SUTs internacionais através da combinação das SUTs nacionais com as informações da base de dados do comércio bilateral, antes de qualquer coisa, todos os dados foram convertidos em dólares. As taxas de câmbio (médias anuais) foram coletadas da base de dados de estatísticas financeiras internacionais do Fundo Monetário Internacional – FMI.

Após a conversão das matrizes nacionais para dólares americanos, utilizam-se as informações das importações (a preços CIF) para cada um dos i produtos da WIOD, dados pelo vetor $\hat{m}'$, denotando-se m_i^{SUT} (as importações provenientes das SUTs) em contraste com m_i^{ITS} . As matrizes de usos fornecem o uso dos produtos i pelos setores j pelos seus elementos (u_{ij}) . Esses elementos podem ser divididos em uso do produto i que é domesticamente produzido ou importado. Para essa divisão, utilizam-se as participações anteriormente apresentadas:

$$\alpha_{ih}^{interm} = m_{ih}^{interm} / m_i^{ITS}; \alpha_{ih}^{finalcons} = m_{ih}^{finalcons} / m_i^{ITS}; \alpha_{ih}^{fbck} = m_{ih}^{fbck} / m_i^{ITS} \quad (4.14)$$

Para cada produto i e setor j , então, é calculado, com $i = 1, \dots, 59$ e $j = 1, \dots, 35$:

$$u_{ij}^{IMP} = \frac{u_{ij}}{\sum_{k=1}^{35} u_{ik}} \left(\sum_h \alpha_{ih}^{interm} \right) m_i^{SUT} \text{ e } u_{ij}^{DOM} = u_{ij} - u_{ij}^{IMP} \quad (4.15)$$

O mesmo procedimento é aplicado às categorias de demanda final, consumo das famílias, consumo das instituições sem fins lucrativos e gastos do governo, isto é, três colunas da matriz Y, com $i = 1, \dots, 59$ e $j = 1, \dots, 3$:

$$y_{ij}^{IMP} = \frac{y_{ij}}{\sum_{k=1}^3 y_{ik}} \left(\sum_h \alpha_{ih}^{finalcons} \right) m_i^{SUT} \text{ e } y_{ij}^{DOM} = y_{ij} - y_{ij}^{IMP} \quad (4.16)$$

Para a formação bruta de capital fixo, que é a quarta coluna da matriz Y, tem-se:

$$y_{i4}^{IMP} = \left(\sum_h \alpha_{ih}^{fbcf} \right) m_i^{SUT} \text{ e } y_{i4}^{DOM} = y_{i4} - y_{i4}^{IMP} \quad (4.17)$$

Com a definição das equações anteriores, algumas hipóteses foram feitas: a primeira é que as variações de estoques são relacionadas apenas aos produtos domésticos e exportações também podem ser feitas apenas de produtos domésticos. Em alguns casos, as importações, na Matriz de Oferta nacional $\hat{m}_i^{SUT}$ (após o processo de conciliação), podem ser maiores do que o uso doméstico $\sum_j u_{ij} + \sum_k y_{ik}$. Nesses casos, foram definidas “reexportações” como $m_i^{SUT} - (\sum_j u_{ij} + \sum_k y_{ik})$, esse valor é então subtraído das importações. Consequentemente, nos casos em que as importações foram maiores do que o uso doméstico, utilizou-se $u_{ij}^{IMP} = u_{ij}$ e $u_{ij}^{DOM} = 0$. Esse ajuste também foi feito para os elementos da demanda final.

O próximo passo é dividir o uso dos produtos importados de acordo com o país de origem. A partir da Equação 4.14, pode-se estabelecer:

$$u_{ij}^h = \frac{\alpha_{ih}^{interm}}{\sum_h \alpha_{ih}^{interm}} u_{ij}^{IMP} \quad (4.18)$$

Para todos os h países da WIOD e mais o RoW, para os 3 elementos da demanda final e a quarta coluna que é a formação bruta de capital fixo, utiliza-se o mesmo procedimento.

$$y_{ij}^h = \frac{\alpha_{ih}^{finalcons}}{\sum_h \alpha_{ih}^{finalcons}} y_{ij}^{IMP} \text{ e } y_{i4}^h = \frac{\alpha_{ih}^{fbcf}}{\sum_h \alpha_{ih}^{fbcf}} y_{i4}^{IMP} \quad (4.19)$$

A maior vantagem desse procedimento é que a importação dos bens não depende da hipótese de proporcionalidade, em que é utilizada a mesma proporção para todas as células da

mesma linha, independente do comprador⁴¹. Utilizando esse procedimento, as proporções podem variar entre as categorias (consumo intermediário ou final) e dentro das categorias e entre os países de origem.

A derivação das proporções de importação para serviços é mais complicada do que para os bens, devido à restrição de dados disponíveis. Inicialmente, examinaram-se as participações das importações dos serviços por categoria da Classificação Estatística de Produtos por Atividade (CPA), presentes nas matrizes insumo-produto da EUROSTAT que estão disponíveis na dimensão produto x produto. No entanto, essa proporção variou muito ao longo do tempo e entre países, então, utilizou-se uma média simples da referida participação, entre países e ao longo do tempo.

O último ponto a ser abordado na construção das SUTs internacionais é com respeito ao comércio internacional e às margens de transporte. Até agora as importações foram dadas em preços CIF e as exportações estão em preços FOB. Para a conversão das importações a preços FOB, é então necessária a estimação das margens de comércio internacional, por produto.

Utilizando-se dados da base *COMTRADE* das Nações Unidas, a razão entre as importações unitárias e as exportações unitárias foi estimada utilizando um modelo gravitacional, com (i) distância, (ii) “fechamento para o mar” e (iii) uma *dummy* para o mesmo continente como variáveis explicativas. Isso resultou em um conjunto de margens cif-fob bilateral para cada produto da CPA. Esses valores foram posteriormente comparados com o balanço de comércio dos países da WIOD nos setores margem (comércio e transporte), o que resultou em um custo médio estimado geral entre 5 e 7%.

O resultado final desse procedimento foi a construção de matrizes de importação, com diferenciação entre países de origem, em termos CIF das quais as margens de comércio e de transporte foram subtraídas, para gerar as matrizes em termos FOB.

4.1.1.3. Construção das tabelas simétricas – WIOTs

Essa seção mostra como a SUT internacional para cada país, em que o processo de construção foi anteriormente descrito, transforma-se em uma *World Input-Output Table - WIOT* simétrica, setor x setor para todo o conjunto de países.

⁴¹ No caso da proporcionalidade comum, apenas utiliza-se a participação da importação no total da oferta de um produto, então, assume-se que todos os compradores utilizam essa mesma proporção, independente do setor de atividade.

A SUTs internacional, conforme descrito no processo de construção, é de dimensão produto x setor, a partir delas, então, pode-se construir matrizes simétricas, setor x setor ou produto x produto. As duas formas têm suas vantagens. Contudo, algumas outras informações que podem ser ligadas à análise insumo-produto estão em nível setorial, como é o caso das contas satélites de dados ambientais também disponibilizadas pela base WIOD, por isso, a WIOT será construída na dimensão setor x setor.

Para isso, são necessários dois procedimentos básicos, o primeiro é juntar as SUTs internacionais no que se chamou de “SUT mundial”. Posteriormente, a SUT mundial foi transformada na WIOT, pela hipótese de estrutura fixa na venda dos produtos. Os dois procedimentos serão descritos em sequência.

4.1.1.4. Construindo a SUT mundial

No intuito de facilitar a descrição do processo, assumiu-se a hipótese de dois países (país A e país B) e mais o resto do mundo. A Figura 4.3 mostra a SUT internacional para o país A, para o país B a SUT é similar.

Figura 4.3: A matriz SUT mundial

	Prod, A	Prod,B	Setor, A	Setor, B	DFA	DFB	Var. Est	Row Export.	Total
Prod, A			U ^{AA}	U ^{AB}	Y ^{AA}	Y ^{AB}	s ^A	e ^{AR}	$\tilde{q}^A$
Prod, B			U ^{BA}	U ^{BB}	Y ^{BA}	Y ^{BB}	s ^B	e ^{BR}	$\tilde{q}^B$
Prod, Row			U ^{RA}	U ^{RB}	Y ^{RA}	Y ^{RB}			
Setor, A	V ^B								x ^A
Setor, B									x ^B
Import, cif	(m ^{BA})', (m ^{RA})'	(m ^{AB})', (m ^{RB})'							
Valor Adicionado			(w ^A)'	(w ^B)'					
Marg. Trans. Int.			(tm ^A _U)'	(tm ^B _U)'	(tm ^A _Y)' (tm ^B _Y)'				tm
Total	(q ^A)'	(q ^B)'	(x ^A)'	(x ^B)'					

Fonte: Dietzenbacher et al.(2013).

Na Figura 4.3, as exportações do país A para o país B foram obtidas na construção da SUT internacional para o país B. O mesmo se aplica à exportação dos produtos para a demanda final de

A para B. Assumi-se, então, que as exportações de A para B são espelhos das importações de B para A. Pelo fato das exportações estarem em preços FOB e as importações em preços CIF, foi necessária a transformação das importações de CIF para FOB, utilizando um modelo gravitacional, conforme descrito na seção anterior.

A exportação total do país A para o país B é dada por $U^{AB} + Y^{AB}$ e as exportações para o resto do mundo, então, são residuais, ou seja, o total de exportações de A dada pela SUT internacional menos o total de exportações para B. Existem alguns problemas básicos em determinar o restante do mundo por resíduo, um deles é que todo o possível erro de estimação ou viés de agregação vai para esse resíduo.

4.1.1.5. Das SUTs Mundiais para a WIOT

A parte final é a transformação da SUT mundial em uma WIOT simétrica. Para isso, são utilizados os métodos tradicionais para obtenção de *Input-Output Tables* – IOT simétricas. A dimensão setor x setor e o método de tratamento dos produtos secundários é o de estrutura de venda fixa para o produto, isto é, cada produto tem sua estrutura de vendas específica, não importa que setor o tenha produzido. A escolha desse método foi feita por ser empiricamente mais plausível e não produzir valores negativos na IOT.

Voltando ao exemplo com dois países e o resto do mundo, descrito na Figura 4.3, o processo de transformação ocorre como segue. Inicialmente, constrói-se a matriz $B^A = V^A(\hat{q}^A)^{-1}$ em que cada elemento b_{ij}^A indica a participação da produção doméstica do produto j que é produzido pela indústria i . A definição é similar para B^B .

$$\begin{aligned} Z^{AA} &= B^A U^{AA}, & Z^{AB} &= B^A U^{AB}, & Z^{BA} &= B^B U^{BA} & \text{e} & & (4.20) \\ Z^{BB} &= B^B U^{BB} \end{aligned}$$

De forma similar, para a transformação dos elementos da demanda final para o nível de setor, tem-se que:

$$F^{AA} = B^A Y^{AA}, \quad F^{AB} = B^A Y^{AB}, \quad F^{BA} = B^B Y^{BA} \quad \text{e} \quad F^{BB} = B^B Y^{BB} \quad (4.21)$$

A Figura 4.4 descreve a WIOT para o caso dos países A e B e o RoW.

Figura 4.4: A Matriz insumo produto Mundial WIOT

	Demanda Intermediária			Demanda Final			Estoques	Total
	A	B	RoW	A	B	RoW		
Setor, A	Z^{AA}	Z^{AB}	Z^{AR}	F^{AA}	F^{AB}	F^{AR}	$\tilde{s}^A$	x^A
Setor, B	Z^{BA}	Z^{BB}	Z^{BR}	F^{BA}	F^{BB}	F^{BR}	$\tilde{s}^B$	x^B
Setor, RoW	Z^{RA}	Z^{RB}	Z^{RR}	F^{RA}	F^{RB}	F^{RR}		x^R
Valor Adicionado	$(w^A)'$	$(w^B)'$	$(w^R)'$					
Marg. Transp. Int.	$(tm_U^A)'$	$(tm_U^B)'$	0	$(tm_V^A)'$	$(tm_V^B)'$	0	0	tm
Total	$(x^A)'$	$(x^B)'$	$(x^R)'$					

Fonte: Dietzenbacher et al.(2013).

A mesma transformação, utilizando as matrizes B construídas, é feita para transformar a variação de estoques e as exportações para o restante do mundo para a dimensão setorial.

Para transformar as SUTs do restante do mundo da dimensão produto x setor para setor x setor, utilizou-se um procedimento similar ao de B^A e B^B . Inicialmente, construiu-se uma matriz de oferta condensada V^R para os 40 países da WIOD (o que no exemplo dos países A e B seria $V^R = V^A + V^B$), dividiram-se, então, suas células pela produção agregada por produto $\tilde{q}^R$, que é a soma de V^R nas colunas $(\tilde{q}^R)' = i'V^R$. Com isso, é possível a construção de $B^R = V^R(\hat{\tilde{q}})^{-1}$ e as matrizes Z podem ser então construídas:

$$Z^{RA} = B^R U^{RA}, Z^{RB} = B^R U^{RB}, F^{RA} = B^R Y^{RA} \text{ e } Z^{RR} = B^R U^{RR} \quad (4.22)$$

A divisão das exportações do país A para o restante do mundo em: exportações de bens intermediários Z^{AR} e exportações de bens finais F^{AR} foi necessária. Para isso, utilizou-se a média da participação das exportações para essas categorias de usos por “economias desenvolvidas” e “economias em desenvolvimento” dos países da WIOD.

As economias em desenvolvimento consideradas foram Brasil, Rússia, Índia, China Indonésia e México (BRICIM). Por exemplo, a participação média das exportações do setor agrícola para os BRICIM entre os setores de consumo intermediário foi usada para dividir as exportações do setor agrícola austríaco para o resto do mundo em demanda intermediária e demanda final (se o país em questão era um dos BRICIM, ele foi excluído da média dos BRICIM utilizada).

As matrizes Z^{RR} e F^{RR} foram estimadas baseadas em dados coletados das contas nacionais. Primeiro, os dados de valor adicionado para cada categoria de demanda intermediária e final foram

somados para todos os países, não incluindo os países da WIOD, no intuito de estimar o Produto Interno Bruto – PIB –, o consumo intermediário e as categorias da demanda final para o Restante do Mundo – RoW –. O produto total foi obtido aplicando uma razão média específica do produto bruto ao valor adicionado para as economias em desenvolvimento da WIOD (BRICIM). Para desagregar o consumo intermediário nos respectivos setores da WIOD, utilizou-se a participação média por setor das estatísticas setoriais da UNIDO (*United Nation Industrial Development Organization*) para os anos de 1995 a 2009.

Em seguida, as estimativas iniciais dos blocos de consumo intermediário doméstico e demanda final doméstica são obtidas como médias ponderadas da participação dos BRICIM e, finalmente, para chegar a uma matriz balanceada, para que a soma das colunas seja igual à soma das linhas na matriz RoW, aplica-se o RAS, apenas para os blocos domésticos (demanda intermediária e final), o que significa que as exportações do RoW são mantidas intactas. Os valores iniciais que alimentaram o algoritmo foram os coeficientes de insumo dos BRICIM, em que o total das linhas e colunas é dado externamente, baseado nos dados das contas nacionais e nas estatísticas da UNIDO.

4.1.2. Sistema internacional da OCDE – *Intercountry input-output* – ICIO⁴²

O modelo de insumo-produto interpaíses – ICIO desenvolvido pela OCDE – foi inicialmente construído para o cálculo de indicadores do valor adicionado em comércio⁴³ (TiVA). A edição de 2016, que será utilizada no presente trabalho, aborda 63 economias, sendo 35 países da OCDE, 28 países que não são parte da OCDE e mais o resto do mundo, além de matrizes distintas para regiões chinesas e mexicanas.

O sistema internacional é construído para 34 setores, baseado na revisão ISIC 3. Além disso, também estão disponíveis os indicadores TiVA e extensões com emissões de CO₂ (baseadas em dados da *International Energy Agency* – IEA CO₂), energia utilizada para combustão no processo produtivo e empregos.

A compilação do ICIO, descrita nesta seção, leva a uma metodologia única, com o objetivo de reconciliar as informações acerca do comércio de diferentes fontes para os diferentes países. O

⁴² A descrição do processo de construção do ICIO é toda baseada em Yamano, N. (2017).

⁴³ Bens e serviços consumidos em um país podem ser compostos de insumos produzidos em vários países. No entanto, os fluxos de bens e serviços dentro dessa cadeia de produção global nem sempre são considerados nas medidas convencionais de comércio internacional. O TiVA busca obter indicadores que resolvam essa questão.

que resulta em vários passos necessários para harmonizar o ICIO com os dados das contas nacionais e com as bases de dados de comércio internacional.

A descrição do processo de construção do ICIO, objetivo desta seção, está organizada da seguinte maneira: inicialmente são construídas as SUTs nacionais, que são ajustadas para apresentarem consistência com as Contas Nacionais de cada país; em seguida, são estimados os fluxos de comércio entre países; posteriormente, são construídas as SUTs mundiais e, por fim, a tabela simétrica com o sistema internacional de insumo-produto completo.

4.1.2.1. Construção das Matrizes de Produção e de Usos - SUTs nacionais e harmonização com as contas nacionais

As contas nacionais são a fonte mais confiável de informações para comparar a atividade econômica entre os países em um formato comum, tanto a preços correntes quanto a preços constantes. Os dados primários utilizados por essa fonte são provenientes de agências estatísticas oficiais dos países envolvidos. Essa base é regularmente atualizada pela OCDE e pelas Nações Unidas.

Se houver algum problema na atualização desses dados pelos países, eles são substituídos por uma fonte alternativa como: os principais agregados macroeconômicos das bases de dados das contas nacionais (OCDE, UN, World Bank), Balanço de Pagamentos (FMI), contas satélites de turismo (OCDE) e comércio de mercadorias (UN COMTRADE).

A Figura 4.5 resume as variáveis coletadas das Contas Nacionais. Os itens à esquerda estão geralmente disponíveis nas contas nacionais, enquanto os itens que geralmente não estão disponíveis nas contas nacionais estão à direita.

Figura 4.5: Resumo das variáveis coletadas pelas CN e/ou fontes alternativas

Código	Variável (Conta Nac.)	Código	Variável (fontes alternativas)
B1_GA	Produto doméstico bruto (ótica do produto)	P31S15	Consumo das instituições sem fins lucrativos
B1G	Valor Adicionado Bruto a preços básicos	P61	Exportação de bens
D21_D31	Impostos menos subsídios nos produtos	P71	Importação de bens
B1_GE	Produto Doméstico Bruto (ótica das despesas)	P33	Consumo final dos residentes no exterior
P3S13	Gastos do governo geral (demanda final)	P34	Consumo final dos não residentes no território
P3S14	Gastos das famílias (demanda final)	NFP1R	Valor Bruto da Produção
P51	Formação Bruta de Capital Fixo		
P52_P53	Variação de estoques		
P6	Exportação de bens e serviços		
P7	Importação de bens e serviços		

Fonte: Yamano, (2017).

Em seguida, são impostas algumas condições, nacionais e globais, baseadas nas informações das contas nacionais de cada país:

Dentro de cada país, o Produto Interno Bruto – PIB – pela ótica da despesa precisa ser igual ao PIB pela ótica do produto:

$$PIB(\acute{O}ticadespesa) = PIB(\acute{O}ticaproduto) \quad (4.23)$$

Sendo o PIB pela ótica da despesa igual à soma do: (i) consumo das famílias (*cf*); (ii) o consumo das instituições sem fins lucrativos (*cisfl*); (iii) gastos do governo (*gg*); (iv) formação bruta de capital fixo (*fbcf*); (v) variação de estoques (*ve*); (vi) exportação de bens (*xb*); e (vii) exportação de serviços (*xs*); subtraídos da (i) importação de bens (*mb*) e (ii) importação de serviços (*ms*):

$$PIB(\acute{O}ticadespesa) = cf + cisfl + gg + fbcf + ve + xb + xs - mb - ms \quad (4.24)$$

O total das exportações é resultado da soma entre as exportações de bens, das exportações de serviços transfronteiriços e do consumo final dos não residentes no território nacional (*cnrt*).

$$X_t = xb + xs + cnrt \quad (4.25)$$

As importações totais são compostas da importação de bens, da importação de serviços e do consumo final dos residentes no exterior (*cre*):

$$M_t = mb + ms + cre \quad (4.26)$$

O PIB pela ótica do produto, por sua vez, é o resultado da soma do valor adicionado (*va*) a preços básicos e dos impostos (*imp*) descontando-se os subsídios (*sub*):

$$PIB(\acute{O}tica\ produto) = va(\textit{preços básicos}) + imp - sub \quad (4.27)$$

As discrepâncias estatísticas existentes entre o PIB pela ótica da despesa e do produto, principalmente nos países em desenvolvimento, são distribuídas nas colunas da variação de estoques e impostos menos subsídios, para que se estabeleça a igualdade entre os PIBs conforme a Equação 4.23.

O valor adicionado por setor e o valor bruto da produção, harmonizados com as classificações internacionais, não estão disponíveis nas contas nacionais para a maioria dos países não europeus. Além disso, o nível de detalhes nas informações setoriais não é suficiente para a construção do ICIO. Então, o valor adicionado e o valor bruto da produção por setor são estimados a partir de combinações feitas entre fontes de dados setoriais e matrizes nacionais de insumo-produto, de produção e de usos disponibilizadas por cada país.

O Valor Adicionado e o Valor Bruto da Produção, por setor para cada país, devem satisfazer as seguintes condições: (i) o Valor Adicionado Nacional total é igual à soma dos valores adicionados dos setores no país; (ii) o Valor Bruto da Produção nacional deve ser igual à soma da produção total dos setores.

A Figura 4.6 resume os setores que compõem o ICIO. Existem 16 setores de manufatura (baseados no ISIC Rev.3 15 a 37) e 14 setores de serviços (ISIC Rev. 3 50 a 95) e dois setores primários.

Figura 4.6: Classificação setorial do ICIO

ISIC Rev. 3	Setor	ISIC Rev. 3	Setor
01,02,05	Agricultura, caça, silvicultura e pesca	40,41	Utilidades (eletricidade, água e gás)
10,11,12,13,14	Mineração extração de pedras	45	Construção civil
15,16	Alimentos Bebidas e Tabaco	50,51,52	Serviços de Comércio de atacado e varejo e reparos
17,18,19	Têxteis, produtos têxteis e calçados	55	Hotéis e Restaurantes
20	Produtos de madeira e cortiça	60,61,62,63	Serviços de Transporte e armazenagem
21,22	Celulose, papel, produtos de papel, impressão e publicação	64	Serviços de correio e comunicação
23	Coque, produtos refinados de petróleo e energia nuclear	65,66,67	Serviços Financeiros e de seguros
24	Indústria química	70	Serviços imobiliários
25	Borracha e produtos plásticos	71	Aluguel de máquinas e equipamentos
26	Outros minerais não metálicos	72	Serviços de computador e atividades relacionadas
27	Metais Básicos	73	Pesquisa e desenvolvimento e outras atividades de negócios
28	Produtos fabricados de metal	75	Administração pública, defesa e segurança social
29	Maquinaria e equipamentos	80	Educação
30,32,33	Computadores, Eletrônicos e instrumentos.	85	Saúde e serviço social
31	Maquinário e aparatos elétricos	90,91,92,93	Outros serviços comunitários, sociais e pessoais
34	Motores de veículos e trailers	95	Serviços domésticos
35	Outros equipamentos de transporte		
36,37	Fabricação de móveis e reciclagem		

Fonte: Yamano, N. (2017).

Utilizando as restrições de produto e o valor adicionado, anteriormente expostos, e as Contas Nacionais como referência para os valores da oferta, as matrizes de uso e de insumo-produto são estimadas.

O método de estimação aplicado para estimar essas matrizes varia dependendo da disponibilidade de dados. Os dados estão disponíveis para 40 países para os anos entre 1995 e 2005. Para cada ano, o sistema cobre cerca de 95% do PIB mundial e 60% da população mundial. No entanto, a valoração dos preços (básicos ou ao consumidor), o formato e a classificação das indústrias para cada matriz I-O não estão harmonizados, principalmente para países fora da Europa. Então, as matrizes são convertidas para um formato uniforme.

As matrizes de produção registram como os diferentes tipos de produtos e serviços são produzidos pelos diferentes setores domésticos. Além disso, elas também registram os impostos de importação, subsídios à produção e margens de distribuição por produto. A soma de todas as colunas é a oferta total em preços ao consumidor. As matrizes de produção estão disponíveis, ao menos para um ano do período analisado (1995-2011), para 57 países.

Se uma matriz de produção está disponível para um país no período analisado, as participações na produção, as participações na distribuição de margens para os produtos e as participações dos impostos menos os subsídios na produção são interpolados para os anos em que não existem os dados para o referido país. Se a matriz de produção não está disponível, então assume-se que as dimensões do produto e da indústria são indiferentes, isto é, utiliza-se o relacionamento diagonal para a matriz produto-setor (o mesmo número de produtos e indústrias e cada indústria produz apenas um produto).

Utilizando as contas nacionais como referência, o equilíbrio entre a produção e a oferta total por produto é dado pelas condições: (i) a produção total do produto p , produzida por todos os setores, é a soma da produção total do setor i multiplicada pela participação da produção do produto p no setor i ; (ii) a oferta total do produto p a preços ao consumidor é definida pela soma da produção por produto p a preços básicos, importação, margens e impostos menos subsídios.

A oferta total do produto p a preços ao consumidor (O_{pc}) é dada por:

$$O_{pc} = Q_p + m_{mpa} + (Q_p \times \frac{mar_p}{VBP_p}) + (Q_p \times \frac{imp_p}{VBP_p}) \quad (4.28)$$

Em que Q_p é a produção do produto p por todos os setores; m_{mpa} é a importação na matriz de produção rebalanceada (na matriz de produção rebalanceada, as importações são preço FOB e são excluídas as reexportações e reimportações⁴⁴); mar_p são as margens (de comércio e de transporte) por produto; imp_p são os impostos líquidos de subsídios por produto; e VBP_p é o Valor Bruto da Produção por Produto.

A matriz de usos registra como os diferentes tipos de bens e serviços são utilizados pelas diferentes indústrias domésticas e consumidores finais. As matrizes de usos, ordinariamente publicadas, separam a demanda final em diferentes categoriais como: (i) consumo das famílias; (ii) gastos do governo; (iii) formação bruta de capital fixo; (iv) variação de estoques; e (v) exportação

⁴⁴ As importações a preços básicos e os conceitos de reimportação e reexportação serão discutidos na próxima seção.

de bens e serviços. A soma de todas as colunas da demanda final e do consumo intermediário deve ser o mesmo valor da oferta total a preços ao consumidor na matriz de Oferta.

A matriz de usos em preços ao consumidor (produto x setor) também é balanceada utilizando as contas nacionais de cada país e o vetor de oferta total por produto (da matriz de produção) como referências. Dessa forma, o valor adicionado, o valor bruto de produção e as exportações FOB a preços ao consumidor são dados exogenamente. Os valores iniciais dos consumos intermediário e final por produto são dados pela participação setorial obtida nas matrizes de insumo-produto ou de usos.

A metodologia para preparação dos valores iniciais da tabela de usos a preços ao consumidor varia de acordo com a disponibilidade dos dados:

1. Se a tabela de usos a preços ao consumidor está disponível, a matriz inicial é simplesmente preparada agregando as dimensões de produtos e setores para a harmonização da classificação.
2. Se apenas a tabela de usos a preços ao produtor ou a preços básicos está disponível, a matriz inicial é estimada adicionando as margens de comércio e de transporte e os impostos, provenientes da tabela de produção.
3. Se uma matriz simétrica de insumo-produto está disponível a preços ao consumidor ou preços básicos, a matriz inicial é estimada pela adição das margens de comércio e de transporte e os impostos, provenientes da matriz de produção.

Alguns países como o Japão e a Korea registram valores negativos em transações com produtos de metais reciclados e papéis, nas células do consumo intermediário, consumo das famílias ou formação bruta de capital fixo. Em outros países, os produtos recicláveis são tratados como insumo da atividade industrial. No intuito de harmonizar as matrizes, esse estudo converte as matrizes do primeiro tipo em matrizes do segundo tipo. Valores negativos são ajustados mudando os números na coluna de variação de estoques e no grupo de outras indústrias manufatureiras (ISIC Rev.3)

Se as matrizes de uso não são publicadas para um determinado ano base, a estrutura de coeficientes de insumos intermediários é completada interpolando com valores das estruturas disponíveis para anos próximos. Para os dados não disponíveis da participação da demanda final por produto, gastos das famílias por categoria na classificação internacional padronizada, são utilizados dados da *Classification of Individual Consumption by Purpose* - COICOP para complementar a participação setorial do consumo das famílias. Pelo fato de valores negativos

aparecerem nas colunas de variação de estoques, o método GRAS (Junius e Oosterhaven, 2003) é utilizado para balancear as matrizes.

As matrizes de usos ajustadas pelas contas Contas Nacionais a preços ao consumidor são convertidas em matrizes de usos de bens, domésticos e importados. Ao contrário das matrizes de usos a preços ao consumidor e matrizes de insumo-produto a preços básicos, as matrizes de usos doméstico e importado a preços básicos são raramente disponibilizadas pelas agências estatísticas. Nesse contexto, essas matrizes são basicamente estimadas para todos os países, utilizando as matrizes de usos ajustadas a preços ao consumidor e estabelecendo algumas hipóteses para as margens e para a alocação de produtos importados entre indústria doméstica e setores da demanda final.

Enquanto as matrizes de margens são publicadas para apenas alguns países, as matrizes de importação são disponibilizadas para metade dos 61 países que compõem o sistema. Se nem a matriz de margens, nem a de importação estiver disponível para algum país, a hipótese de proporcionalidade na linha é aplicada para estimar as margens e importações embutidas nos fluxos de comércio a preços ao consumidor. Também se utilizam informações suplementares provenientes do *Bilateral Trade in Goods By Industry and End-use Category* para as categorias de usos finais. Essa base de dados é extraída principalmente da Divisão de Estatísticas das Nações Unidas, *Comtrade Database*, e também utiliza dados históricos da *International Trade by Commodity Statistics* – ITCS – da OCDE.

As matrizes de importação usualmente são publicadas a valores CIF (*cost, insurance and freight*) a preços ao consumidor e as compras diretas feitas por residentes podem estar combinadas com a coluna do consumo das famílias. Na intenção de harmonizar as definições dos itens de importação com as Contas Nacionais, as matrizes de importação são ajustadas.

Os impostos menos os subsídios sobre os produtos também são ajustados, utilizando a linha de impostos menos subsídios do consumo intermediário e dos produtos finais das matrizes de insumo produto a preços básicos.

A diferença entre as exportações FOB a preços ao consumidor e as exportações FOB a preços básicos, presentes nas matrizes de usos a preços ao consumidor e matrizes de usos a preços básicos, são utilizadas para converter o comércio entre países a preços ao consumidor em preços básicos e utilizados para construir as SUTs internacionais, descritas na próxima seção.

Posteriormente, as matrizes de usos domésticas a preços básicos são transformadas em matrizes de insumo-produto setor x setor utilizando a hipótese de estrutura fixa de vendas de produtos – FPSS –, em que a proporção para cada produto, dos setores que o produzem, é fixa. Essa metodologia é a mesma utilizada em outros projetos de construção de sistemas de insumo-produto interpaíses (WIOD).

4.1.2.2. Estimação dos fluxos de comércio internacionais (SUTs internacionais)

Inicialmente, da mesma forma que foi feito na construção das SUTs nacionais, algumas condições são impostas para garantir a consistência dos fluxos de comércio bilaterais. A primeira delas é que o total de importações e exportações deve ser o mesmo ao nível global. Além disso, é preciso garantir que a exportação de serviços transfronteiriços de todos os países seja igual à importação de serviços transfronteiriços em todos os países e que as compras diretas dos não residentes em todos os países sejam iguais às compras diretas no exterior por residentes em todos os países.

As diferenças registradas nas exportações e importações são ajustadas nos valores do “resto do mundo”. O comércio de bens nesse estágio é mensurado em valores FOB, a preços ao consumidor, isto é, as margens estão incluídas nos bens e não no comércio de serviços. Além disso, se as estimativas das contas nacionais não estão disponíveis em dólares americanos (USD), são aplicadas taxas de câmbio coletadas pelo FMI.

Seguindo com o ajustamento de equilíbrio do comércio global, as reexportações e as reimportações são subtraídas das exportações e importações ajustadas. As reimportações e reexportações setoriais em cada país são estimadas utilizando-se as matrizes de importação e as estatísticas de comércio de mercadorias.

A forma como são registrados os números do comércio de bens provenientes das contas nacionais, as estatísticas de comércio padronizadas e a estrutura do ICIO são detalhadas na Figura 4.7.

Figura 4.7: Comércio bilateral de bens no ICIO, estatísticas de comércio de mercadoria e contas nacionais – Exemplo USA e México

			Contas nacionais				Estatísticas internacionais			Fluxo de comércio no ICIO		
Origem	Entr. Transb.	Final dest.	EXP bens	EXP svc	IMP bens	IMP svc	Expo USA para MEX	Re-expo rts	Re-imp rts	USA para MEX	USA para ROW	ROW para MEX
USA	-	MEX	X				X			X		
USA	ROW	MEX	X							X		
USA	MEX	ROW	X				X				X	
ROW	USA	MEX	X		X		X	X				X
USA	MEX	USA	X		X		X		X			
ROW	Compras nos USA	MEX turistas		X	X							X
USA	Compras nos USA	MEX turistas		X						X		
ROW = Resto do Mundo												

Fonte: Yamano, N. (2017).

As variáveis de comércio provenientes das contas nacionais são coletadas para tantos países quanto possível (198 países para os anos próximos a 2010). O total mundial é definido como o maior valor entre a soma das exportações ou das importações. A diferença entre as duas é considerada como discrepância e é adicionada ao “resto do mundo”. Depois de fixadas as estatísticas de comércio entre os 61 países e o resto do mundo, os fluxos de comércio entre o resto dos países do grupo mundial são removidos das exportações e importações do resto do mundo, baseados nas participações bilaterais observadas nos dados do *COMTRADE* da ONU.

O próximo passo na estimação dos fluxos de comércio é estimar as importações e exportações setoriais para cada país que compõe o ICIO e para o resto do mundo. O ICIO tem como resultado final uma matriz setor x setor a preços básicos, no entanto, os fluxos de comércio de cada país são inicialmente estimados a preços ao consumidor e FOB. Em outras palavras, os fluxos de comércio de bens incluem as margens de distribuição incorporadas nos países de origem dos produtos.

Os valores iniciais das exportações e importações setoriais são estimados utilizando várias estatísticas relacionadas ao comércio internacional como fonte, mantendo as Contas Nacionais como restrições de controle. O conjunto de condições para diferentes tipos de comércio é dado em seguida.

Condições impostas pelas Contas Nacionais: (i) as exportações de bens e serviços do país *c* são iguais às exportações de bens no sistema de contas nacionais do país *c* adicionadas às exportações de serviços no sistema de contas nacionais do país *c*; (ii) as exportações de bens e

serviços de cada país deve ser a soma das exportações de todos os setores i para cada país c . Para as importações, as restrições são as mesmas das exportações.

As restrições do comércio mundial garantem que o total de exportações de bens e serviços para cada setor seja igual ao total de importações de bens e serviços para cada setor.

Esse conjunto de condições para as restrições são relativamente complexas para a utilização de um procedimento RAS biproporcional, por isso, os fluxos de comércio podem ser balanceadas por um processo de otimização mais flexível, como a programação linear ou programação quadrática.

Os fluxos de importação e exportação, tanto das Contas Nacionais quanto das estatísticas de comércio internacional, incluem os produtos não produzidos em cada ano base nas exportações dos países de origem. Esses produtos incluem: *(i)* reexportação de produtos manufaturados em outros países; *(ii)* reimportação de produtos exportados originalmente; *(iii)* produtos reciclados (por exemplo, metais de máquinas desmontadas) que são originalmente registrados como formação de capital nos anos anteriores.

Devido a problemas de disponibilidade, as reexportações e reimportações não são separadas e as taxas cobradas nos portos domésticos e estrangeiros não são explicitamente estimadas. A razão entre as reexportações e o total das exportações e importações varia entre os países. Em um exemplo extremo, a reexportação de produtos de Hong Kong é mais do que 95% do total de bens exportados pelo país. Grande parte dessa reexportação está relacionada às reimportações chinesas e aos produtos exportados para o restante do mundo. As estatísticas de comércio de mercadorias do departamento de estatística de Hong Kong mostram que produtos exportados pela China eventualmente voltam como gastos em consumo final das famílias chinesas, especialmente produtos eletrônicos e têxteis.

As reexportações e reimportações por produto podem ser estimadas combinando as matrizes de importações com as estatísticas de comércio de mercadorias. Os produtos importados comprados por turistas não residentes também são considerados como reexportação. O consumo final de produtos importados segue a participação dos produtos importados presente no consumo das famílias, na demanda final, e não a participação estimada pelas estatísticas de comércio. Os ajustes feitos para reexportação e reimportação são: *(i)* a exportação ajustada do bem i pelo país c é igual à exportação do bem i pelo país c menos a reexportação do bem i pelo país c ; *(ii)* as exportações do bem i no país c menos as importações do bem i no país c são iguais às exportações

ajustadas do bem i no país c menos as importações ajustadas do bem i no país c . Todas essas condições de igualdade valem para os serviços e para as transações de bens finais (*direct purchase*).

O próximo estágio de balanceamento de comércio é estimar os fluxos de comércio bilaterais por país parceiro utilizando os fluxos setoriais balanceados e a participação dos parceiros, provenientes das estatísticas bilaterais disponíveis. As restrições nas linhas são dadas pelas exportações setoriais, calculadas nas seções anteriores e as restrições de colunas são dadas pelas importações totais, o balanceamento é feito utilizando o RAS bi-proporcional.

Os valores iniciais para bens e serviços são separadamente estimados utilizando as participações bilaterais setoriais da BTDLxE e da *Estimated Bilateral Trade in Services by Industry* – EBTSL.

Os dados brutos de comércio bilateral entre países têm problema de “assimetria de fluxos”. As fontes identificadas desses problemas de “fluxos de comércio espelho” são: (i) transbordo (transbordo é o processo pelo qual as mercadorias entram no território aduaneiro de um país, são transferidas de um meio de transporte para outro e depois deixam o mesmo porto para outro destino.); (ii) reexportação; (iii) reimportação; (iv) diferenças na valoração de preços entre CIF e FOB.

Os fluxos de importações são preferencialmente utilizados como dados primários para estimar a participação comercial entre parceiros para evitar problemas de transbordo, pois o conhecido país de destino final nos fluxos de exportação é provável que seja o próximo lugar de consignação.

A classificação de produtos utilizada pelos países segue o Sistema Harmonizado (HS). Em geral, os dados são coletados de acordo com HS1988 para os anos entre 1988-1995; HS Rev.1 1996-2001; HS Rev. 2 2002-2006; e Rev. 3 2007 até agora. As regiões administrativas especiais (SAR) da China são tratadas como economias separadas. Em princípio, os fluxos de importações são registrados em valor CIF por origem e os fluxos de exportação FOB pelo último destino conhecido.

As transações de comércio de eletricidade são registradas no *COMTRADE*, no entanto, muitas vezes, os valores registrados não são consistentes com os valores de exportações e importações presentes nas matrizes de usos, de produção e de insumo-produto, para a maioria dos países. As participações dos parceiros comerciais são, dessa forma, estimadas baseadas nos dados de transferências de eletricidade entre fronteira (*International Energy Agency - IEA*).

Alguns outros produtos são excluídos dos cálculos de comércio bilateral de bens. Por exemplo, os produtos que não estão diretamente relacionados às atividades produtivas: ouro monetário (ouro em poder do banco central), diamantes, antiguidades de luxo, produtos reciclados ou usados.

A disponibilidade de estatísticas para o comércio de serviços transfronteiriços aumentou nos anos recentes. Contudo, as estatísticas detalhadas não são consistentes para a maioria dos países, por isso, outras hipóteses precisam ser adotadas para os problemas de classificação: (i) não é permitido comércio interfronteira para serviços de educação e saúde; (ii) a indústria de construção civil não é parte dos serviços de atividade econômica, mas, pelas características de comércio, é categorizada como serviço.

Todos os bens e serviços comprados por não residentes são assumidos como tendo padrões de gastos similares para visitantes de todas as origens, devido à limitação de estatísticas.

4.1.2.3. Matriz de usos Interpaíses e matriz insumo-produto interpaíses

As matrizes de uso interpaíses, isto é, as tabelas com origem dos produtos e destinos por indústria e usuários da demanda final são estimadas no estágio final. As restrições de controle dos totais das linhas são os fluxos de comércio setorial interpaíses estimados nas seções anteriores e as restrições de soma nas colunas são dadas pela tabela de usos importados de cada país.

Também existe uma restrição adicional dada pela matriz de importação nacional. Quando a matriz bilateral de usos é balanceada, a soma dos componentes da matriz de usos importados do ICIO, preferencialmente, corresponde a cada célula da matriz nacional de importação:

$$U[i, mj] = \sum_{c=1}^{60} U[ci, mj] \quad (4.29)$$

Em que $U[i, mj]$ é o componente da matriz de usos importados nacional (compras do produto i pela indústria j no país m , ou demanda final da categoria j); e $U[ci, mj]$ é o componente da matriz de usos bilateral (compras no país c do produto i pela indústria j do país m). Isto é, a soma de todo o comércio bilateral para cada produto precisa ser o total importado do referido produto na matriz de importação nacional. Essa condição referente à matriz nacional de importação, no entanto, nem sempre pode ser alcançada, então, para alguns países, é relaxada.

Os valores iniciais antes do procedimento de balanceamento numérico são estimados sob a hipótese de proporcionalidade na linha, isto é, a participação no comércio bilateral é igualmente alocada entre os setores e a demanda final. Note que essa não é a mesma hipótese de

proporcionalidade feita para estimar as tabelas de importação nacionais quando as matrizes de importação não são publicadas pelos institutos nacionais de estatística.

Para algumas mercadorias, as categorias de usos finais definidas no *BTDIxE* da OCDE são úteis para separar as participações dos parceiros de importação pelas diferentes características de uso como: intermediário, consumo das famílias e bens de capital. Cada produto no nível seis dígitos no sistema de classificação HS é atribuído a um único código setorial e a uma única categoria de uso final. Alguns produtos que misturam categorias de usos, como computadores pessoais, telefones celulares, carros de passageiros, agricultura, mineração e refinamento de produtos e outros, que podem ser consumidos pela família e por setores, são distribuídos de acordo com as participações de consumo e de uso setorial das tabelas de usos.

A Figura 4.8 resume o processo de construção dos dois sistemas internacionais estimados pela OCDE (ICIO) e pela WIOD (WIOT).

Figura 4.8: Resumo do processo de construção do ICIO e da WIOT

	WIOD	ICIO
Características básicas	Edição (2013), 40 países sendo, todos da UE mais as 13 maiores economias do mundo, além do “restante do mundo”. 59 produtos e 35 setores. Classificação ISIC Rev3.	Edição (2016), 63 economias, incluindo os países da OCDE, 28 que não são parte da OCDE mais o resto do mundo, além de matrizes distintas para regiões chinesas e mexicanas. 34 setores. Classificação ISIC Rev3.
Construção SUTs Nacionais	Ponto de partida são as SUTs nacionais publicadas pelos institutos de estatística dos países. Harmonização com as contas nacionais. Interpolação para os anos em que as SUTs não são publicadas utilizando dados das contas nacionais. Estimação das matrizes de Usos nacionais a preços básicos. Utilização do SUT-RAS para balanceamento.	O Ponto de partida são as contas nacionais, complementadas com fontes alternativas. As discrepâncias estatísticas existentes entre o PIB pela ótica da despesa e do produto são distribuídas para variação de estoques. O VA e o VBP por setor são estimados utilizando as matrizes insumo-produto e de produção e usos nacionais. O método de estimação das matrizes insumo-produto varia de acordo com a disponibilidade dos dados. Interpolação dos dados da matriz de produção e usos para os anos não disponíveis, balanceadas com um GRAS. Hipótese de proporcionalidade na linha para matriz de margens e importação para os anos em que não existem dados.

Estimação dos fluxos de comércio	Dados brutos obtidos no COMTRADE, separados em consumo intermediário, consumo final e bens de capitais a partir da BEC Revisão 3 da ONU. Para os serviços entre fronteiras, utilizaram-se dados do GATS. Dados convertidos em dólares americanos a partir de estatísticas do FMI. A matriz de importação não depende da hipótese de proporcionalidade para as categorias de insumo intermediário e final. Utilização de dados do COMTRADE e um modelo gravitacional para converter as importações em preços FOB.	O total de importações e exportações deve ser o mesmo ao nível global, as diferenças são ajustadas no resto do mundo. Dados convertidos em dólares americanos a partir de estatísticas do FMI. As importações são os dados primários para a participação comercial entre parceiros. Os valores iniciais dos fluxos bilaterais para bens e serviços são separadamente estimados utilizando as participações bilaterais setoriais da BTDIxE e da EBTSL. Os valores iniciais antes do procedimento de balanceamento numérico são estimados sob a hipótese de proporcionalidade na linha para consumo intermediário e a demanda final.
SUT interpaíses	Assumem-se as exportações de A para B como espelho das importações de B para A. As exportações para o resto do mundo são residuais. As estimativas iniciais de consumo intermediário doméstico e demanda final doméstica para o resto do mundo são obtidas através de médias ponderadas da participação dos BRICIM e balanceadas com um RAS.	As restrições de controle dos totais das linhas são os fluxos de comércio setorial interpaíses estimados e as restrições de soma nas colunas são dadas pela tabela de usos importados de cada país. A soma de todo o comércio bilateral para cada produto precisa ser o total importado do referido produto na matriz de importação nacional. Utilização do RAS.
Tabelas simétricas	Todo o processo inicial de construção é na dimensão produto x setor, a conversão na dimensão setor x setor é feita utilizando a hipótese de estrutura fixa na venda dos produtos.	As matrizes de usos a preços básicos são transformadas em matrizes de insumo-produto setor x setor utilizando a hipótese de estrutura fixa de vendas de produtos – FPSS, em que a proporção para cada produto, dos setores que o produzem, é fixa.

Fonte: elaborado pelo autor.

As estruturas de setores e regiões do ICIO e da WIOT são diferentes, o que torna necessário, antes da comparação, uma compatibilização, que será objeto da próxima seção.

4.2. Compatibilização entre o ICIO e a WIOT

O objetivo do presente capítulo é a comparação entre os sistemas internacionais de insumo-produto ICIO e WIOT, construídos respectivamente pela OCDE e pela WIOD, no intuito de

verificar, conforme os conceitos de acurácia partitiva e holística definidos por Jensen (1980), as diferenças existentes entre eles⁴⁵. Todavia, a estrutura de setores e regiões dos dois referidos sistemas é diferente, apesar de utilizarem a mesma classificação ISIC Rev.3.

Nesse contexto, antes da comparação, é preciso fazer uma compatibilização entre o ICIO e a WIOT, no intuito de reorganiza-los para que apresentem os mesmos setores e regiões. A compatibilização aqui apresentada agrega os dois sistemas em 29 setores e 41 regiões comuns. A Tabela 4.1 apresenta como os 35 setores originais da WIOT (edição 2013) foram agregados nos 29 setores compatíveis para comparação.

⁴⁵ Como no Capítulo 2, não se tem um “valor real” de referência, por isso, o conceito de acurácia aqui também se refere à proximidade entre os valores estimados em cada um dos sistemas, ICIO e WIOT.

Tabela 4.1: Agregação dos setores da WIOT

Agreg	WIOT	SIGLA	Nome
1	1	AtB	Agricultura, caça, silvicultura e pesca.
2	2	C	Mineração e pedreiras.
3	3	15t16	Alimentos, bebidas e produtos do fumo.
4	4	17t18	Têxtil, artigos têxteis e acessórios.
4	5	19	Couro, artefatos de couro e calçados.
5	6	20	Madeira, produtos de madeira e cortiça.
6	7	21t22	Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.
7	8	23	Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.
8	9	24	Química e produtos químicos.
9	10	25	Artigos de borracha e plástico.
10	11	26	Outros minerais não metálicos.
11	12	27t28	Metal. básica e fabricação de prod. de metal.
12	13	29	Máquinário, não especificado anteriormente.
13	14	30t33	Equipamentos elétricos e ópticos.
14	15	34t35	Equipamentos de transporte.
15	16	36t37	Manufatura não anteriormente especificada e reciclagem.
16	17	E	Eletricidade, fornecimento de gás e água.
17	18	F	Construção civil.
18	19	50	Venda, manut. e reparo de motores de veículos e motocicletas, venda comb. Varejo.
18	20	51	Comércio atacad. exceto motores de veículos e motocicletas.
18	21	52	Comércio varejista exceto motores de veículos e reparo de produtos das famílias.
19	22	H	Serviços de alojamento e alimentação.
20	23	60	Transporte terrestre.
20	24	61	Transporte aquaviário.
20	25	62	Transporte aéreo.
20	26	63	Outras ativ. de transporte, auxiliares e de agências de viagem.
21	27	64	Correios e telecomunicações.
22	28	J	Intermediação financeira.
23	29	70	Atividades imobiliárias.
24	30	71t74	Aluguél de máquinas e equip. e outras atividades.
25	31	L	Admin. e defesa pública e seguridade social.
26	32	M	Educação.
27	33	N	Saúde e assistência social.
28	34	O	Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.
29	35	P	Atividades domésticas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que diz respeito à WIOT, a agregação mais relevante ocorre nos setores de: (i) Transporte terrestre (23); (ii) Transporte aquaviário (24); (iii) Transporte aéreo (25); e (iv) Outras atividades de transporte e agências de viagem (26); que foram agregados em um único setor.

A Tabela 4.2 apresenta como os 34 setores do ICIO (edição de 2016) foram agregados nos 29 setores compatíveis para a comparação.

Tabela 4.2: Agregação dos setores do ICIO

Agreg	ICIO	Sigla	Nome
1	1	C01T05AGR	Agricultura, caça, silvicultura e pesca.
2	2	C10T14MIN	Mineração e pedreiras.
3	3	C15T16FOD	Alimentos, bebidas e produtos do fumo.
4	4	C17T19TEX	Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.
5	5	C20WOD	Madeira, produtos de madeira e cortiça.
6	6	C21T22PAP	Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.
7	7	C23PET	Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.
8	8	C24CHM	Química e produtos químicos.
9	9	C25RBP	Artigos de borracha e plástico.
10	10	C26NMM	Outros minerais não metálicos.
11	11	C27MET	Metal. básica.
11	12	C28FBM	Fabric. de prod. de metal exceto máquinas e equip..
12	13	C29MEQ	Máquinas e equip. não especificados anteriormente.
13	14	C30,32,33CEQ	Computadores, equipamentos eletrônicos e ópticos.
13	15	C31ELQ	Máquinas e aparelhos elétricos não anteriorm. especificada.
14	16	C34MTR	Veículos a motor, reboques e semirreboques.
14	17	C35TRQ	Outros equipamentos e transporte.
15	18	C36T37OTM	Manufatura não anteriormente especificada e reciclagem.
16	19	C40T41EGW	Eletricidade, fornecimento e gás e água.
17	20	C45CON	Construção civil.
18	21	C50T52WRT	Comércio de atacado, varejo e reparos.
19	22	C55HTR	Serviço de alojamento e alimentação.
20	23	C60T63TRN	Transporte e armazenamento.
21	24	C64PTL	Correios e telecomunicações.
22	25	C65T67FIN	Intermediação financeira e seguros.
23	26	C70REA	Atividades imobiliárias.
24	27	C71RMQ	Aluguél de máquinas e equipamentos.
24	28	C72ITS	Serviços de informática e atividades relacionadas.
24	29	C73T74BZS	Pesquisa e desenvolvimento e outras atividades comerciais.
25	30	C75GOV	Administração e defesa pública e seguridade social.
26	31	C80EDU	Educação.
27	32	C85HTH	Saúde e assistência social.
28	33	C90T93OTS	Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.
29	34	C95PVH	Atividades domésticas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A agregação mais relevante ocorreu nos setores de: (i) Aluguéis de máquinas e Equipamentos (27); (ii) Computadores e atividades correlatas (28); e (iii) Pesquisa e desenvolvimento e outras atividades (29); que foram agregadas em um único setor.

A Tabela 4.3 apresenta os setores resultantes da compatibilização em que os setores 23, 24, 25 e 26 da WIOT, já mencionados, foram agregados no setor Transporte e Armazenamento (20). E os setores 27, 28 e 29 do ICIO foram agregados no setor de Aluguel de Máquinas e Equipamentos e outras atividades (24).

Tabela 4.3: Setores resultantes agregados e classificação ISIC

Setores finais	sigla	Nome	ISIC Rev.3
1	01T05	Agricultura, caça, silvicultura e pesca.	01, 02, 05
2	10T14	Mineração e pedreiras.	10,11,12,13,14
3	15T16	Alimentos, bebidas e produtos do fumo.	15, 16
4	17T19	Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.	17, 18, 19
5	20	Madeira, produtos de madeira e cortiça.	20
6	21T22	Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.	21, 22
7	23	Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.	23
8	24	Química e produtos químicos.	24
9	25	Artigos de borracha e plástico.	25
10	26	Outros minerais não metálicos.	26
11	27T28	Metalurgia básica e fabricação de produtos de metal.	27t28
12	29	Outras máquinas e equipamentos não anterior. especif..	29
13	30T33	Equipamentos elétricos e ópticos.	30t33
14	34T35	Equipamentos de transporte	34t35
15	36T37	Manufatura não anteriormente especificada e reciclagem.	36, 37
16	40T41	Eletricidade e abastecimento e água e gás.	40, 41
17	45	Construção Civil.	45
18	50T52	Comércio de atacado, varejo e reparos.	50, 51, 52
19	55	Serviços de alojamento e alimentação.	55
20	60T63	Transporte e armazenamento.	60,61,62,63
21	64	Correios e telecomunicação.	64
22	65T67	Intermediação financeira e seguros.	65, 66, 67
23	70	Atividades imobiliárias.	70
24	71T74	Aluguél de máquinas equip. e outras ativid. comerciais.	71t74
25	75	Administração e defesa pública e securidade social.	75
26	80	Educação.	80
27	85	Saúde e assistência social.	85
28	90T95	Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.	90T95
29	95	Atividades domésticas.	95

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação às regiões, a maior diferença está na região chamada “restante do mundo”. O ICIO contém, originalmente, mais regiões do que a WIOT, além das regiões expandidas para o México e a China. Isso significa que vários países que estão desagregados no ICIO compõem o restante do mundo (Row) na WIOT. Logo, na agregação compatível, vários países que compõem o ICIO são agregados no restante do mundo. Essa agregação compatível é composta de 41 países, conforme a Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Agregação das regiões do ICIO e da WIOT

Número	ICIO	Agreg	WIOT
1	Austrália- AUS	1	Austrália – AUS
2	Áustria- AUT	2	Áustria- AUT
3	Bélgica- BEL	3	Bélgica – BEL
4	Canadá – CAN	4	Canadá – CAN
5	Chile	41	Chile
6	República Checa - CZE	5	República Checa - CZE
7	Dinamarca – DNK	6	Dinamarca – DNK
8	Estônia – EST	7	Estônia – EST
9	Finlândia – FIN	8	Finlândia – FIN
10	França – FRA	9	França – FRA
11	Alemanha – DEU	10	Alemanha – DEU
12	Grécia – GRC	11	Grécia – GRC
13	Hungria – HUN	12	Hungria – HUN
14	Islândia	41	Islândia
15	Irlanda – IRL	13	Irlanda – IRL
16	Israel	41	Israel
17	Itália – ITA	14	Itália – ITA
18	Japão – JPN	15	Japão – JPN
19	Coréia – KOR	16	Coréia – KOR
20	Luxemburgo – LUX	17	Luxemburgo – LUX
21	México – MEX	18	México – MEX
22	Holanda – NLD	19	Holanda – NLD
23	Nova Zelândia	41	Resto do Mundo – ROW
24	Noruega	41	Resto do Mundo – ROW
25	Polônia – POL	20	Polônia – POL
26	Portugal – PRT	21	Portugal – PRT
27	Rep. Eslovaca – SVK	22	Rep. Eslovaca – SVK
28	Eslovênia – SVN	23	Eslovênia – SVN
29	Espanha – ESP	24	Espanha – ESP
30	Suécia – SWE	25	Suécia – SWE

Continua....

Número	ICIO	Agreg	WIOT
31	Suíça	41	Resto do Mundo – ROW
32	Turquia – TUR	26	Turquia – TUR
33	Reino Unido – GRB	27	Reino Unido – GRB
34	Estados Unidos – USA	28	Estados Unidos – USA
35	Argentina	41	Resto do Mundo – ROW
36	Bulgária – BGR	29	Bulgária – BGR
37	Brasil – BRA	30	Brasil – BRA
38	Brunei Darussalam	41	Resto do Mundo – ROW
39	China – CHN	31	China – CHN
40	Colômbia	41	Resto do Mundo – ROW
41	Costa Rica	41	Resto do Mundo – ROW
42	Chipre – CYP	32	Chipre – CYP
43	RAE Hong Kong	41	Resto do Mundo – ROW
44	Croácia	41	Resto do Mundo – ROW
45	Indonésia – IDN	33	Indonésia – IDN
46	Índia – IND	34	Índia – IND
47	Camboja	41	Resto do Mundo – ROW
48	Lituânia – LTU	35	Lituânia – LTU
49	Letônia – LVA	36	Letônia – LVA
50	Malta – MLT	37	Malta – MLT
51	Malásia	41	Resto do Mundo – ROW
52	Filipinas	41	Resto do Mundo – ROW
53	Romênia – ROU	38	Romênia – ROU
54	Rússia – RUS	39	Rússia – RUS
55	Arábia Saudita	41	Resto do Mundo – ROW
56	Singapura	41	Resto do Mundo – ROW
57	Tailândia	41	Resto do Mundo – ROW
58	Tunísia	41	Resto do Mundo – ROW
59	Taiwan – TWN	40	Taiwan – TWN
60	Vietnã	41	Resto do Mundo – ROW
61	África do Sul	41	Resto do Mundo – ROW
62	Resto do Mundo - ROW	41	Resto do Mundo – ROW

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a descrição do processo de estimação de cada sistema internacional, bem como a organização dos sistemas em uma agregação compatível, no intuito de tornar possível a comparação, a próxima seção traz a metodologia de comparação utilizada e os resultados.

4.3. Comparação partitiva e holística entre o ICIO e a WIOT

A comparação de sistemas inter-regionais de insumo-produto pode ser feita considerando os conceitos de acurácia partitiva e holística, definidos por Jensen (1980). A acurácia partitiva foca sua atenção nos elementos das matrizes e considera a acurácia célula por célula. A acurácia holística enfatiza a interpretação de um “retrato matemático” das relações econômicas. O objetivo é identificar se os métodos avaliam de maneira similar as peculiaridades econômicas das regiões no que diz respeito à estrutura produtiva.

Além da acurácia holística e da partitiva, também será avaliada a semelhança matemática entre as matrizes estimadas por cada método. Segundo Lipschutz (1994), uma matriz B é semelhante a uma matriz A se existe uma matriz não singular P tal que $B = P^{-1}AP$. Consequentemente, pode-se provar que duas matrizes semelhantes A e B apresentam as seguintes propriedades: (i) o determinante de A é igual ao determinante de B ; (ii) A é inversível se, e somente se, B é inversível; (iii) A e B têm os mesmos autovalores, mas, em geral, não têm os mesmos autovetores; (iv) A e B têm o mesmo traço.

Seguindo a mesma metodologia proposta no Capítulo 3, para avaliar a acurácia partitiva serão utilizados o *Standardized total percentage error* – STPE⁴⁶ – e o *Weighted Absolute Difference* – WAD. Essas medidas, de acordo com Lahr (2001), são recorrentes na literatura de insumo-produto.

Com relação à acurácia holística, também seguindo a mesma metodologia proposta no Capítulo 3, serão utilizados como base de comparação os multiplicadores de produção, a decomposição da produção, de acordo com a origem da demanda final, e a análise de decomposição estrutural.

Também será feita uma comparação em termos de valor adicionado. Para Dietzenbacher, Guilhoto e Imori (2013), nas últimas décadas, houve um incremento da fragmentação do processo produtivo entre países, o que é consistente com a ideia de que os produtos e serviços são agora feitos em uma cadeia global de valor e que o valor adicionado vinculado ao comércio internacional pode ser uma importante medida para identificar peculiaridades do comércio entre países.

⁴⁶ Da mesma forma que no Capítulo 2, serão calculados três valores para o STPE, um utilizando como base os coeficientes do ICIO, outro utilizando como base os coeficientes da WIOT e outro utilizando como base uma média dos dois.

Para Guilhoto, Siroen e Yucer (2013), o valor adicionado aos bens e serviços quando são transformados no processo produtivo pode ser uma medida melhor do que o valor bruto da produção, para entender o impacto do comércio inter-regional no emprego e no crescimento econômico das regiões.

Vários indicadores de “Valor Adicionado embutido no comércio” (*Trade in Value Added – TiVa*) são mensurados pela OCDE, no que se refere ao comércio internacional. Para fins de comparação, no presente trabalho, será calculado o valor adicionado doméstico embutido na demanda final interna e de cada um dos outros países que compõe o sistema.

4.4. Resultados da comparação entre o ICIO e a WIOT

Anteriormente à verificação da acurácia partitiva e holística, pode-se também verificar se as matrizes estimadas pelos dois métodos são matematicamente semelhantes. Como as matrizes de coeficientes técnicos não são invertíveis, pois possuem linhas e/ou colunas linearmente correlacionadas, verificou-se a semelhança entre as matrizes inversas de Leontief estimadas por cada método. Conforme já mencionado, duas A e B são semelhantes quando possuem: (i) determinantes iguais; (ii) traços iguais; (iii) autovalores iguais.

Parar o ano de 1995, os determinantes das matrizes inversas de Leontief estimadas a partir do ICIO e da WIOT foram bastante diferentes (Det. ICIO = $1,0025 \times 10^{49}$ e Det. WIOT = $1,1730 \times 10^{20}$). Os traços, por sua vez, apresentam bastante semelhança. Enquanto o traço da inversa de Leontief estimada pelo ICIO foi de 1319,30 o estimado pela WIOT foi 1305,36, pouco mais de 1% de diferença.

No que diz respeito aos autovalores, a diferença média percentual entre os autovalores calculados a partir das inversas de Leontief estimadas pelo ICIO e pela WIOT foi de 4%, com um desvio-padrão de 9%. No tocante ao ano de 2011, os determinantes foram ICIO = $1,86 \times 10^{50}$ e WIOT = $2,25 \times 10^{45}$. Os traços foram 1323,42 para o ICIO e 1309,34 para a WIOT. Os autovalores apresentaram uma diferença média de 4% e desvio-padrão de 11%.

Diante do exposto, os valores anteriormente calculados apresentaram-se bastante próximos, principalmente no que tange aos traços e aos autovalores. No entanto, as matrizes inversas de Leontief estimadas pelo ICIO e pela WIOT não podem ser consideradas matematicamente semelhantes. Contudo, isso não significa que, em termos econômicos, os resultados apresentados por cada matriz não possam ser semelhantes.

As acurácias, partitiva e holística, serão avaliadas utilizando-se as matrizes de coeficientes técnicos, construídas a partir do ICIO e da WIOT para os anos de 1995 e 2011. A primeira característica a ser observada nas matrizes de coeficientes técnicos estimadas pelo ICIO e pela WIOT é a existência ou não de viés, ou seja, se os coeficientes técnicos estimados utilizando um dos sistemas inter-regionais são sistematicamente maiores ou menores do que os coeficientes técnicos estimados utilizando o outro.

Para o ano de 1995, em torno de 47% dos coeficientes estimados pelo ICIO foram menores do que os estimados pela WIOT e, para o ano de 2011, cerca de 45%. Além disso, tanto em termos setoriais quanto em termos regionais, nenhuma das matrizes estimadas apresentou algum padrão de comportamento, com os coeficientes estimados pelo ICIO sendo exclusivamente maiores/menores do que os estimados pela WIOT.

A soma de todos os elementos da matriz de coeficientes do ICIO é 604,36 para o ano de 1995 e 643,44 para o ano de 2011. Já a soma dos elementos da matriz de coeficientes técnicos da WIOT é 584,92 para 1995 e 617,78 em 2011. Isso leva a uma diferença entre os totais das matrizes de coeficientes técnicos estimadas pelos dois sistemas de 3,1% em 1995 e 4,1% em 2011. No entanto, as diferenças célula por célula podem assumir valores bem maiores.

No que se refere à acurácia partitiva, calculou-se o STPE utilizando como base tanto os coeficientes técnicos do ICIO quanto os da WIOT, bem como a média dos dois. O STPE calculado utilizando a média dos coeficientes do ICIO e da WIOT como base apresentou, para o sistema inter-regional como um todo, um erro percentual total padronizado de 44,6% em 1995 e 57,2% em 2011. Uma análise mais detalhada do STPE para cada ano, em termos intrarregionais e inter-regionais, é feita nas Tabelas 4.5 e 4.6⁴⁷.

Para o ano de 1995, o menor STPE para os fluxos intrarregionais foi o da Itália e o maior foi o do Chipre. Já para o ano de 2011, o menor STPE intrarregional foi o da China e o maior foi o de Malta, conforme a Tabela 4.5.

⁴⁷ Para o STPE e o WAD, menores valores significam menores distâncias entre os coeficientes técnicos estimados, ou seja, maior acurácia partitiva.

Tabela 4.5: STPE calculado para os coeficientes intrarregionais do ICIO e da WIOT nos anos de 1995 e 2011

PAÍSES	BASE ICIO		BASE WIOT		MÉDIA	
	1995	2011	1995	2011	1995	2011
AUS	28,7%	43,4%	29,7%	42,6%	29,2%	43,0%
AUT	13,2%	27,2%	14,5%	31,3%	13,8%	29,2%
BEL	26,6%	43,9%	33,5%	60,4%	29,6%	50,8%
CAN	53,6%	55,9%	56,3%	51,8%	54,9%	53,7%
CZE	10,7%	36,4%	10,9%	38,3%	10,8%	37,3%
DNK	23,7%	66,6%	26,1%	73,5%	24,8%	69,8%
EST	25,8%	40,0%	27,3%	44,4%	26,5%	42,1%
FIN	11,6%	35,3%	12,3%	36,3%	12,0%	35,8%
FRA	27,5%	27,8%	27,2%	28,8%	27,4%	28,3%
DEU	12,3%	39,0%	13,2%	42,5%	12,7%	40,6%
GRC	52,8%	51,8%	54,5%	58,6%	53,6%	55,0%
HUN	17,8%	36,2%	18,6%	37,2%	18,2%	36,7%
IRL	60,3%	58,8%	71,0%	64,9%	65,2%	61,7%
ITA	8,6%	28,7%	9,0%	30,5%	8,8%	29,6%
JPN	30,8%	39,1%	29,9%	36,8%	30,4%	37,9%
KOR	28,9%	29,8%	30,0%	30,4%	29,4%	30,1%
LUX	54,5%	91,0%	54,8%	73,5%	54,6%	81,3%
MEX	28,4%	43,6%	28,2%	44,8%	28,3%	44,2%
NLD	23,2%	36,0%	27,3%	46,4%	25,1%	40,5%
POL	35,6%	24,9%	37,4%	27,0%	36,4%	25,9%
PRT	31,3%	35,3%	33,0%	34,3%	32,1%	34,8%
SVK	37,1%	39,0%	39,3%	41,6%	38,2%	40,3%
SVN	48,6%	33,8%	50,7%	35,3%	49,6%	34,5%
ESP	11,8%	29,8%	12,1%	27,8%	11,9%	28,8%
SWE	14,9%	29,3%	15,7%	31,2%	15,3%	30,2%
TUR	43,5%	36,2%	53,7%	38,7%	48,0%	37,4%
GBR	14,3%	31,0%	14,9%	32,9%	14,6%	31,9%
USA	29,5%	35,3%	28,8%	35,8%	29,1%	35,5%
BGR	42,8%	66,5%	50,4%	57,4%	46,3%	61,6%
BRA	60,7%	48,1%	68,1%	57,0%	64,2%	52,2%
CHN	27,3%	23,3%	27,5%	24,3%	27,4%	23,8%
CYP	79,9%	79,7%	93,9%	82,5%	86,3%	81,1%
IDN	62,1%	64,8%	65,5%	65,5%	63,8%	65,1%
IND	49,6%	43,6%	47,8%	42,5%	48,7%	43,0%
LTU	39,7%	70,0%	46,8%	83,4%	42,9%	76,2%
LVA	38,6%	51,1%	44,3%	58,3%	41,3%	54,5%
MLT	41,8%	81,3%	53,8%	106,7%	47,0%	92,2%

Continua...

PAÍSES	BASE ICIO		BASE WIOT		MÉDIA	
	1995	2011	1995	2011	1995	2011
ROU	12,6%	63,9%	13,2%	68,2%	12,9%	66,0%
RUS	65,3%	65,6%	61,9%	64,8%	63,5%	65,2%
TWN	63,2%	54,5%	69,3%	60,9%	66,1%	57,5%
RoW	49,0%	54,1%	54,5%	59,4%	51,6%	56,6%
Média	34,9%	45,9%	37,9%	49,1%	36,3%	47,3%
Mín.	8,6%	23,3%	9,0%	24,3%	8,8%	23,8%
Máx.	79,9%	91,0%	93,9%	106,7%	86,3%	92,2%
Desv. Pad.	18,0%	16,7%	20,2%	18,3%	19,0%	17,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Pode-se notar que o STPE intrarregional para o ano de 2011 é maior do que o de 1995 para 31 dos 41 países que fazem parte do sistema, o que faz com que a média do SPTE para 1995 seja de 36% e para 2011 seja 47,3%. Além disso, dos 41 países analisados, o STPE calculado utilizando o ICIO como base é menor em 35 países para o ano de 1995 e 32 para o ano de 2011. Isso indica que os coeficientes intrarregionais do ICIO tendem a ser maiores do que os da WIOT para esses países.

Em relação aos fluxos inter-regionais, os menores STPE são para a Finlândia e para a Eslováquia, tanto para 1995 quanto para 2011. Os maiores STPE inter-regionais são para Malta e Chipre, tanto para 1995 quanto para 2011. De forma geral, a média dos STPE inter-regionais estimados para todas as regiões é ligeiramente maior para 2011 do que para 1995. Conforme a Tabela 4.6.

Tabela 4.6: STPE calculado para os coeficientes inter-regionais do ICIO e da WIOT nos anos de 1995 e 2011

PAÍSES	BASE ICIO		BASE WIOT		MÉDIA	
	1995	2011	1995	2011	1995	2011
AUS	116,8%	109,3%	103,4%	94,8%	109,7%	101,5%
AUT	72,2%	84,5%	72,9%	70,5%	72,5%	76,9%
BEL	104,1%	118,5%	72,3%	95,9%	85,3%	106,0%
CAN	100,4%	128,3%	81,9%	88,6%	90,2%	104,8%
CZE	69,9%	80,9%	65,1%	68,8%	67,4%	74,3%
DNK	72,6%	103,0%	78,9%	125,1%	75,6%	113,0%
EST	75,4%	83,3%	66,7%	94,3%	70,8%	88,5%
FIN	58,7%	71,8%	57,1%	73,6%	57,9%	72,7%
FRA	66,0%	83,7%	69,2%	82,9%	67,6%	83,3%

Continua...

PAÍSES	BASE ICIO		BASE WIOT		MÉDIA	
	1995	2011	1995	2011	1995	2011
DEU	60,8%	78,3%	56,1%	74,8%	58,4%	76,5%
GRC	82,2%	77,4%	131,4%	201,8%	101,1%	111,9%
HUN	70,8%	78,2%	75,9%	70,4%	73,3%	74,1%
IRL	80,9%	93,0%	86,7%	130,3%	83,7%	108,5%
ITA	58,3%	70,2%	63,7%	71,2%	60,9%	70,7%
JPN	83,6%	81,9%	82,1%	79,3%	82,8%	80,6%
KOR	98,7%	100,3%	89,2%	74,1%	93,7%	85,3%
LUX	121,6%	98,1%	78,8%	206,9%	95,7%	133,1%
MEX	105,2%	93,6%	82,7%	83,1%	92,6%	88,0%
NLD	70,8%	97,8%	64,9%	77,4%	67,7%	86,4%
POL	91,2%	76,8%	89,2%	72,6%	90,2%	74,6%
PRT	75,6%	74,6%	79,0%	100,5%	77,2%	85,6%
SVK	65,2%	60,0%	53,0%	62,9%	58,5%	61,4%
SVN	85,0%	72,8%	78,1%	77,8%	81,4%	75,2%
ESP	74,4%	74,6%	63,3%	83,7%	68,4%	78,9%
SWE	63,7%	79,0%	63,9%	86,0%	63,8%	82,3%
TUR	93,2%	102,0%	114,7%	76,1%	102,9%	87,2%
GBR	72,6%	91,1%	71,0%	103,1%	71,8%	96,7%
USA	71,0%	86,0%	67,9%	78,9%	69,4%	82,3%
BGR	88,5%	79,2%	88,4%	101,8%	88,5%	89,1%
BRA	123,0%	129,1%	86,5%	97,2%	101,5%	110,9%
CHN	122,8%	89,3%	95,6%	77,0%	107,5%	82,7%
CYP	108,9%	103,9%	278,5%	362,6%	156,6%	161,5%
IDN	99,4%	102,4%	94,3%	93,1%	96,8%	97,6%
IND	117,8%	100,0%	98,0%	116,3%	107,0%	107,5%
LTU	125,9%	90,1%	71,8%	89,9%	91,4%	90,0%
LVA	87,4%	78,6%	70,5%	140,2%	78,0%	100,7%
MLT	152,4%	203,3%	107,3%	126,2%	125,9%	155,7%
ROU	106,7%	73,8%	83,4%	80,2%	93,6%	76,9%
RUS	105,1%	81,5%	78,9%	104,2%	90,2%	91,5%
TWN	78,1%	93,9%	76,9%	80,6%	77,5%	86,8%
RoW	79,0%	80,4%	77,4%	86,7%	78,2%	83,4%
Média	89,4%	93,9%	84,5%	102,2%	85,0%	93,8%
Mín.	58,3%	60,0%	53,0%	62,9%	57,9%	61,4%
Máx.	152,4%	203,3%	278,5%	362,6%	156,6%	161,5%
Desv. Pad.	21,9%	23,2%	34,5%	51,3%	19,4%	20,6%

Fonte: elaborado pelo autor.

Os STPE estimados para os coeficientes inter-regionais são, em média, maiores do que os intrarregionais. Isso pode ser explicado pelo fato dos dados de comércio internacional apresentarem os já mencionados problemas de “fluxo de comércio espelho”. As agências que constroem o ICIO

e a WIOT não lidam da mesma maneira com esses problemas e isso faz com que os fluxos de comércio estimados sejam diferentes.

Quando a distância entre os coeficientes intrarregionais e inter-regionais estimados é ponderada pelo valor dos referidos coeficientes, utilizando o WAD, os países com menor diferença absoluta ponderada são, em termos intrarregionais, Itália para 1995 e Suécia para 2011 e, em termos inter-regionais, foi Malta, tanto para 1995 quanto para 2011. As maiores diferenças intrarregionais foram para Indonésia em 1995 e Malta em 2011 e as maiores diferenças inter-regionais foram para a Rússia, tanto em 1995 quanto 2011. Conforme a Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Diferença Absoluta Ponderada – WAD – para os anos de 1995 e 2011

PAÍÍS	WAD 1995		WAD 2011	
	INTRA	INTER	INTRA	INTER
AUS	0,018	0,004	0,031	0,012
AUT	0,007	0,002	0,014	0,002
BEL	0,018	0,013	0,028	0,033
CAN	0,031	0,002	0,038	0,006
CZE	0,007	0,004	0,022	0,007
DNK	0,012	0,001	0,045	0,009
EST	0,013	0,001	0,024	0,002
FIN	0,007	0,006	0,017	0,002
FRA	0,016	0,004	0,018	0,006
DEU	0,008	0,007	0,023	0,009
GRC	0,026	0,009	0,024	0,015
HUN	0,011	0,001	0,015	0,002
IRL	0,034	0,001	0,041	0,001
ITA	0,006	0,007	0,015	0,006
JPN	0,019	0,006	0,033	0,004
KOR	0,014	0,004	0,019	0,003
LUX	0,021	0,001	0,049	0,003
MEX	0,026	0,002	0,043	0,003
NLD	0,012	0,004	0,025	0,009
POL	0,020	0,003	0,014	0,003
PRT	0,020	0,001	0,019	0,001
SVK	0,026	0,002	0,022	0,001
SVN	0,021	0,001	0,016	0,000
ESP	0,008	0,002	0,018	0,004
SWE	0,010	0,003	0,014	0,003
TUR	0,028	0,003	0,028	0,002

Continua...

PAÍS	WAD 1995		WAD 2011	
	INTRA	INTER	INTRA	INTER
GBR	0,010	0,007	0,019	0,023
USA	0,019	0,007	0,021	0,011
BGR	0,034	0,000	0,038	0,001
BRA	0,038	0,001	0,028	0,003
CHN	0,026	0,002	0,021	0,009
CYP	0,036	0,000	0,052	0,002
IDN	0,050	0,005	0,046	0,012
IND	0,038	0,001	0,025	0,003
LTU	0,035	0,003	0,060	0,003
LVA	0,027	0,001	0,035	0,003
MLT	0,029	0,000	0,061	0,000
ROU	0,009	0,001	0,036	0,001
RUS	0,034	0,035	0,032	0,046
TWN	0,035	0,001	0,041	0,002
RoW	0,032	0,023	0,041	0,034
Média	0,022	0,004	0,029	0,008
Mín.	0,006	0,000	0,014	0,000
Máx.	0,050	0,035	0,061	0,046
Desv.Pad.	0,011	0,006	0,013	0,010

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao analisar as Tabelas 4.5, 4.6 e 4.7, percebe-se que, para os países da União Européia – EU e outras economias mais desenvolvidas, as diferenças intrarregionais são menores do que para os outros países, pode-se inferir que isso ocorre pela qualidade de dados disponibilizados pelos institutos de estatística de cada um desses países. No que diz respeito aos fluxos inter-regionais, os dados são originários de fontes internacionais e as diferenças são provenientes de diferentes fontes utilizadas e também de como são tratados os problemas de “fluxo de comércio espelho” na construção do ICIO e da WIOT.

Conforme Yamano (2017), as fontes identificadas desses problemas de “fluxos de comércio espelho” são: (i) transbordo; (ii) reexportação; (iii) reimportação; (iv) diferenças na valoração de preços entre CIF e FOB. A forma como esses problemas são tratados na elaboração da WIOT e do ICIO está descrita na seção anterior.

A mesma análise feita para regiões pode ser feita em termos setoriais. Conforme já mencionado, os sistemas inter-regionais WIOT e ICIO foram compatibilizados em 29 setores para possibilitar a comparação. O STPE médio dos setores, calculado para 2011, é maior do que o calculado para 1995. O setor de Agricultura, silvicultura, caça e pesca foi o com menor STPE nos

dois anos analisados. Os setores com maior STPE são: Educação e administração pública em 1995 e, para 2011, o setor de Manufatura (não classificada anteriormente) e reciclagem, conforme a Tabela 4.8. Esses setores têm em comum o baixo potencial de comercialização. Além disso, quanto à reciclagem, pode haver problemas no tratamento dos dados realizado na construção de cada sistema inter-regional, pois, conforme já mencionado, alguns países registram as reciclagens com valores negativos.

Tabela 4.8: STPE calculado para os setores com base na WIOT e no ICIO para os anos de 1995 e 2011

SETORES	1995			2011		
	BASE ICIO	BASE WIOT	MÉDIA	BASE ICIO	BASE WIOT	MÉDIA
Agricultura, caça, silvicultura e pesca.	28,4%	29,4%	28,9%	38,8%	41,7%	40,2%
Mineração e pedreiras.	66,0%	63,9%	64,9%	73,8%	75,5%	74,6%
Alimentos, bebidas e produtos do fumo.	33,8%	35,5%	34,6%	41,4%	42,4%	41,9%
Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.	51,0%	48,9%	49,9%	73,5%	63,9%	68,3%
Madeira, produtos de madeira e cortiça.	36,4%	34,1%	35,2%	49,9%	46,0%	47,9%
Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.	37,1%	39,3%	38,2%	52,1%	52,5%	52,3%
Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.	60,3%	63,1%	61,6%	72,5%	81,0%	76,5%
Química e produtos químicos.	43,3%	43,5%	43,4%	57,8%	56,4%	57,1%
Artigos de borracha e plástico.	42,6%	45,9%	44,2%	55,5%	56,4%	56,0%
Outros minerais não metálicos.	39,5%	38,4%	38,9%	44,0%	45,1%	44,6%
Metalurgia básica e fabricação de produtos de metal.	36,0%	34,9%	35,5%	45,5%	45,1%	45,3%
Outras máquinas e equipamentos não anterior. especif..	47,4%	48,6%	48,0%	69,8%	70,3%	70,0%
Equipamentos elétricos e ópticos.	49,7%	52,2%	50,9%	64,9%	65,6%	65,2%
Equipamentos de transporte.	51,8%	53,6%	52,7%	66,4%	73,8%	69,9%
Manufatura não ant. especificada e reciclagem.	71,4%	80,9%	75,8%	91,3%	129,4%	107,0%
Eletricidade e abastecimento e água e gás.	29,5%	31,2%	30,3%	42,2%	44,6%	43,4%
Construção civil.	35,3%	36,0%	35,7%	59,8%	57,1%	58,4%
Comércio de atacado, varejo e reparos.	40,4%	46,4%	43,2%	49,6%	56,7%	52,9%
Serviços de alojamento e alimentação.	61,8%	70,4%	65,8%	83,2%	82,7%	82,9%
Transporte e armazenamento.	56,6%	59,6%	58,1%	59,8%	66,9%	63,2%
Correios e telecomunicação.	38,3%	39,6%	38,9%	58,8%	53,9%	56,2%
Intermediação financeira e seguros.	42,2%	43,1%	42,6%	54,3%	54,5%	54,4%
Atividades imobiliárias.	36,2%	34,6%	35,4%	54,9%	50,4%	52,5%
Aluguél de máquinas equip. e outras ativid. comerciais.	41,6%	43,4%	42,5%	49,8%	53,9%	51,7%
Administração e defesa pública e seguridade social.	87,3%	79,2%	83,1%	84,2%	77,5%	80,7%
Educação.	77,3%	111,0%	91,1%	71,0%	83,8%	76,9%
Saúde e assistência social.	52,5%	63,7%	57,6%	61,8%	59,8%	60,8%
Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.	67,0%	60,6%	63,6%	72,3%	76,8%	74,5%
Atividades domésticas.	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Média	46,9%	49,3%	48,0%	58,6%	60,8%	59,5%
Mínimo	28,4%	29,4%	28,9%	38,8%	41,7%	40,2%
Máximo	87,3%	111,0%	91,1%	91,3%	129,4%	107,0%
Desvio-Padrão	17,0%	20,0%	17,9%	17,3%	21,1%	18,5%

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 4.9 traz a diferença absoluta ponderada para cada setor da economia nos anos de 1995 e 2011. Diferente do STPE, o WAD apresenta grande sensibilidade aos valores discrepantes,

altos ou baixos, isso pelo fato de cada diferença em módulo ser ponderada pelo tamanho do coeficiente. Com isso, o setor de Educação, que apresentou um dos maiores STPE, tornou-se o com menor WAD, tanto para 1955 quanto para 2011. Já o setor com maior WAD nos dois anos comparados foi de Mineração e pedreiras, conforme a Tabela 4.9.

Tabela 4.9: WAD calculado para os setores nos anos de 1995 e 2011

SETORES	WAD 1995	WAD 2011
Agricultura, caça, silvicultura e pesca.	0,024	0,029
Mineração e pedreiras.	0,055	0,075
Alimentos, bebidas e produtos do fumo.	0,018	0,020
Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.	0,027	0,026
Madeira, produtos de madeira e cortiça.	0,021	0,028
Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.	0,021	0,023
Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.	0,014	0,025
Química e produtos químicos.	0,017	0,016
Artigos de borracha e plástico.	0,009	0,010
Outros minerais não metálicos.	0,014	0,014
Metalurgia básica e fabricação de produtos de metal.	0,022	0,024
Outras máquinas e equipamentos não anterior. especific..	0,009	0,015
Equipamentos elétricos e ópticos.	0,016	0,022
Equipamentos de transporte.	0,023	0,028
Manufatura não anteriormente especificada e reciclagem.	0,011	0,014
Eletricidade e abastecimento e água e gás.	0,016	0,025
Construção civil.	0,016	0,027
Comércio de atacado, varejo e reparos.	0,016	0,024
Serviços de alojamento e alimentação.	0,009	0,007
Transporte e armazenamento.	0,022	0,028
Correios e telecomunicação.	0,010	0,025
Intermediação financeira e seguros.	0,013	0,021
Atividades imobiliárias.	0,011	0,015
Aluguél de máquinas equip. e outras ativ. comerciais.	0,013	0,019
Administração e defesa pública e securidade social.	0,010	0,008
Educação.	0,010	0,006
Saúde e assistência social.	0,018	0,017
Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.	0,015	0,016
Atividades domésticas.	0,001	0,001
Média	0,017	0,021
Mínimo	0,009	0,006
Máximo	0,055	0,075
Desvio-Padrão	0,009	0,013

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados do STPE e do WAD sugerem que as distâncias entre os fluxos de comércio inter-regionais, estimados pelo ICIO e pela WIOT, para os países que compõem os referidos sistemas, são maiores do que os fluxos intrarregionais. No entanto, uma análise da correlação entre os totais dos fluxos de comércio entre os países para cada setor sugere que, para a maioria dos setores, existe uma alta correlação positiva entre os fluxos inter-regionais estimados pelo ICIO e a WIOT.

A Tabela 4.10 apresenta os coeficientes de correlação de *Pearson* entre os fluxos de comércio internacionais estimados pelo ICIO e pela WIOT para cada setor, nos anos de 1995 e 2011. Além disso, também se calculou a correlação entre todos os elementos das matrizes de comércio intermediário e final, intrarregional e inter-regional.

Os setores com maior potencial de comércio, como agricultura e indústrias, que correspondem aos setores 1 ao 15 na Tabela 4.10, para os quais existem dados de comércio internacional disponíveis, a correlação é maior. Contudo, os setores de serviços, com menor potencial de comércio e maior dificuldade para a obtenção de dados de comércio internacional, como (i) Educação; (ii) Saúde; (iii) Atividades imobiliárias; (iv) Serviços de alojamento e alimentação; (v) Administração pública e seguridade social; apresentaram as menores correlações.

Tabela 4.10: Coeficientes de Correlação entre os fluxos inter-regionais estimados pelo ICIO e pela WIOT para os anos de 1995 e 2011

SETORES	1995	2011
Toda a matriz de fluxos	0,977	0,971
Agricultura, caça, silvicultura e pesca.	0,974	0,949
Mineração e pedreiras.	0,967	0,945
Alimentos, bebidas e produtos do fumo.	0,980	0,972
Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.	0,965	0,897
Madeira, produtos de madeira e cortiça.	0,977	0,971
Celulose, produtos de papel, jornais e revistas.	0,991	0,883
Refino de petróleo e coque e combustível nuclear.	0,950	0,940
Química e produtos químicos.	0,985	0,977
Artigos de borracha e plástico.	0,965	0,976
Outros minerais não metálicos.	0,958	0,958
Metalurgia básica e fabricação de produtos de metal.	0,959	0,941
Outras máquinas e equipamentos não anterior. especific..	0,987	0,975
Equipamentos elétricos e ópticos.	0,971	0,980
Equipamentos de transporte.	0,995	0,977
Manufatura não ant. especificada e reciclagem.	0,959	0,691
Eletricidade e abastecimento e água e gás.	0,701	0,829
Construção civil.	0,358	0,324
Comércio de atacado, varejo e reparos.	0,635	0,680
Serviços de alojamento e alimentação.	0,184	0,134
Transporte e armazenamento.	0,849	0,711
Correios e telecomunicação.	0,860	0,355
Intermediação financeira e seguros.	0,794	0,816
Atividades imobiliárias.	0,206	0,268
Aluguél de máquinas equip. e outras ativid. comerciais.	0,716	0,674
Administração e defesa pública e securidade social.	0,625	0,268
Educação.	0,217	0,440
Saúde e assistência social.	0,214	0,359
Outros serviços comunitários, sociais e pessoais.	0,460	0,465
Atividades domésticas.	sem dados	sem dados
Média	0,764	0,727
Mínimo	0,184	0,134
Máximo	0,995	0,980
Desvio-Padrão	0,281	0,275

Fonte: elaborado pelo autor.

De forma geral, não existem grandes discrepâncias entre os coeficientes de correlação calculados para cada setor nos anos de 1995 e 2011. A média dos coeficientes calculados para cada ano é praticamente a mesma e, para a maioria dos setores, o coeficiente calculado é bastante

semelhante. As maiores diferenças estão nos setores de Telecomunicações e Administração pública.

Para esses setores e os outros setores de serviço, a disponibilidade de dados é restrita, isso abre a possibilidade para cada agência que estima os sistemas internacionais lidar com os problemas de uma forma diferente, fazendo com que as correlações sejam mais baixas.

Para a construção dos fluxos de serviços, o ICIO e a WIOT utilizam dados: (i) do EBTSI (*Estimated bilateral trade in services by industry*) disponibilizado pela OCDE; (ii) das Nações Unidas; e (iii) do Eurostat. No entanto, quando o dado está disponível em mais de uma fonte, a WIOT dá preferência para dados das Nações Unidas.

Para Yamano (2017), a disponibilidade de estatísticas para o comércio de serviços transfronteiriços aumentou nos anos recentes. Porém, as estatísticas detalhadas não são consistentes para a maioria dos países. De acordo com Dietzenbacher et al. (2013), trabalhar com diferentes fontes tornou possível identificar algumas inconsistências, como o fluxo de comércio registrado por uma fonte ser três vezes maior do que o registrado por outra fonte. Por isso, dependendo da fonte de dados utilizada por cada sistema (WIOT ou ICIO), os fluxos de comércio podem apresentar diferenças significativas, principalmente nos serviços.

O presente capítulo tem como objetivo identificar como a escolha entre o ICIO ou a WIOT pode alterar os resultados da análise insumo-produto feita a partir dos referidos sistemas inter-regionais. Para isso, a avaliação da acurácia partitiva, feita até o presente momento, mostrou o quão similares são os sistemas inter-regionais ICIO e WIOT.

Em seguida, será feita a análise da acurácia holística. A avaliação da acurácia holística está relacionada à semelhança entre os resultados obtidos a partir da análise de insumo-produto realizada utilizando cada um dos dois sistemas inter-regionais. Para Jensen (1980), enquanto a acurácia partitiva assegura a existência da acurácia holística, a acurácia holística não necessariamente estará acompanhada de um alto grau de acurácia partitiva, principalmente no que diz respeito aos elementos menos significativos da matriz.

De acordo com Jansen (1980), o objetivo mais modesto da acurácia holística é apropriado para matrizes regionais de insumo-produto. Nesses termos, a acurácia da matriz seria julgada não pela acurácia célula-por-célula, mas em sua habilidade de representar o tamanho e a estrutura produtiva da economia em termos gerais. Essa interpretação implica em um elemento de “sinergia” em que a acurácia da matriz como um todo é maior do que a acurácia de seus componentes.

O primeiro elemento de acurácia holística a ser analisado são os multiplicadores de produção. A Figura 4.9 apresenta os multiplicadores de produção médios para as 41 regiões, analisadas nos anos de 1995 e 2011.

De forma geral, os multiplicadores são bastante semelhantes para ambos os anos avaliados. No que diz respeito ao ano de 1995, as maiores diferenças entre os multiplicadores calculados para o ICIO e a WIOT estão na Turquia, Bulgária e Irlanda. Já para o ano de 2011, as maiores diferenças estão na Letônia, Turquia e Estônia.

Figura 4.9: Multiplicadores Médios de Produção para o ICIO e a WIOT

Fonte: elaborado pelo autor.

Outra constatação interessante a partir da Figura 4.9 é que, para o ano de 1995, apenas para seis países os multiplicadores médios, calculados a partir da WIOT, são maiores do que os calculados a partir do ICIO, já para o ano de 2011, em sete países os multiplicadores da WIOT são maiores do que os do ICIO. No entanto, as diferenças, para a maioria dos países são relativamente pequenas e não comprometem o *ranking* dos multiplicadores, como será apresentado nas tabelas posteriores.

Tabela 4.11: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo ICIO e pela WIOT (ICIO - WIOT) para o ano de 1995

País	Bruto		Líquido	
	Intra	Inter	Intra	Inter
AUS	0,8%	-5,7%	2,5%	-8,4%
AUT	1,4%	-5,5%	6,8%	-9,1%
BEL	7,0%	-20,1%	22,9%	-24,5%
CAN	2,1%	-9,1%	6,2%	-9,7%
CZE	-1,3%	4,3%	-1,4%	2,0%
DNK	1,3%	-5,0%	6,5%	-8,8%
EST	-0,9%	2,0%	2,0%	-1,7%
FIN	-0,3%	1,1%	1,8%	-3,1%
FRA	-0,1%	0,5%	-0,2%	0,5%
DEU	1,0%	-7,0%	3,8%	-10,4%
GRC	-1,6%	6,9%	-2,6%	4,1%
HUN	-0,5%	1,4%	1,4%	-1,7%
IRL	0,8%	-2,0%	10,7%	-9,2%
ITA	0,3%	-2,0%	1,9%	-4,8%
JPN	-0,1%	1,9%	-0,7%	5,0%
KOR	1,5%	-7,3%	3,8%	-8,1%
LUX	-3,5%	6,1%	-7,9%	2,4%
MEX	3,5%	-18,7%	7,8%	-14,8%
NLD	4,7%	-14,9%	16,4%	-18,3%
POL	0,1%	-0,9%	1,4%	-3,9%
PRT	0,5%	-2,0%	3,3%	-5,2%
SVK	1,6%	-5,1%	5,4%	-7,7%
SVN	-0,1%	0,3%	0,8%	-0,9%
ESP	-0,9%	5,4%	-1,1%	2,8%
SWE	-1,1%	4,3%	-0,1%	0,1%
TUR	2,3%	-16,8%	10,9%	-29,6%
GBR	0,2%	-0,9%	2,0%	-4,3%
USA	-1,4%	14,3%	-3,1%	14,3%
BGR	0,8%	-2,7%	7,7%	-10,1%
BRA	0,4%	-5,9%	2,4%	-14,0%
CHN	2,3%	-20,8%	4,2%	-20,7%
CYP	-0,5%	1,1%	9,5%	-5,0%
IDN	1,5%	-7,4%	4,5%	-8,4%
IND	0,4%	-3,7%	0,6%	-2,4%
LTU	6,5%	-15,3%	24,1%	-17,6%
LVA	4,0%	-11,9%	15,5%	-15,8%
MLT	2,2%	-4,2%	20,9%	-9,7%

Continua...

País	Bruto		Líquido	
	Intra	Inter	Intra	Inter
ROU	1,6%	-7,7%	3,9%	-7,9%
RUS	-4,9%	36,4%	-10,8%	34,4%
TWN	2,0%	-7,4%	8,0%	-11,4%
RoW	8,6%	-36,8%	20,7%	-34,9%
Média	1,0%	-3,9%	5,2%	-6,7%
ICIO<WIOT	-4,9%	-36,8%	-10,8%	-34,9%
ICIO>WIOT	8,6%	36,4%	24,1%	34,4%
Desv. Pad	2,5%	11,1%	7,6%	11,3%

Fonte: elaborado pelo autor.

As maiores diferenças entre os multiplicadores estimados pelos dois sistemas são para o restante do mundo, em que o multiplicador médio da WIOT é 36% maior do que o do ICIO e também para a Rússia, em que o multiplicador médio da WIOT é 36% menor do que o do ICIO, ambas as diferenças referem-se aos fluxos inter-regionais.

Em relação ao “restante do mundo”, a diferença pode ter sido causada pela agregação ocorrida no processo de compatibilização dos sistemas anteriormente à comparação, já que originalmente o ICIO possui um número maior de regiões do que a WIOT. Por isso, várias regiões do ICIO foram agregadas na região “resto do mundo”. Além disso, em ambos os sistemas, o “resto do mundo” é uma região estimada residualmente. A partir de Dietzenbacher et al. (2013), os possíveis erros de estimação ou viés de agregação ocorridos no processo de construção são alocados nesse resíduo.

A diferença média inter-regional também se mostrou maior do que a intrarregional, isso indica que, mesmo com a existência dos bancos de dados referentes aos fluxos de comércio, os problemas de “estatística espelho” podem fazer com que os multiplicadores de produção calculados sejam em média 4% diferentes, enquanto os intrarregionais sejam em média 1% diferentes no ano de 1995. Porém, como o desvio-padrão é maior do que a média das diferenças intrarregionais e inter-regionais, percebem-se grandes variações nos multiplicadores médios estimados por cada sistema internacional.

Já para o ano de 2011, 78% dos multiplicadores médios de produção intrarregionais e 68% dos inter-regionais, estimados pelo ICIO, são maiores do que os estimados pela WIOT, conforme a Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Diferenças percentuais entre os multiplicadores inter-regionais e intrarregionais estimados pelo ICIO e pela WIOT (ICIO - WIOT) para o ano de 2011

País	Bruto		Líquido	
	Intra	Inter	Intra	Inter
AUS	1,3%	3,8%	2,9%	3,8%
AUT	8,2%	-10,9%	21,3%	-10,9%
BEL	16,7%	-21,3%	43,0%	-21,3%
CAN	-5,2%	14,7%	-13,8%	14,7%
CZE	3,3%	8,4%	7,9%	8,4%
DNK	5,2%	-6,8%	14,3%	-6,8%
EST	7,0%	15,4%	18,3%	15,4%
FIN	2,0%	14,0%	4,9%	14,0%
FRA	2,8%	3,8%	6,4%	3,8%
DEU	5,7%	6,2%	14,4%	6,2%
GRC	5,4%	0,9%	17,1%	0,9%
HUN	1,7%	4,1%	5,1%	4,1%
IRL	3,8%	11,5%	12,2%	11,5%
ITA	5,0%	3,1%	11,5%	3,1%
JPN	-0,4%	-2,2%	-0,9%	-2,2%
KOR	2,2%	6,2%	4,8%	6,2%
LUX	-5,5%	26,7%	-26,2%	26,7%
MEX	1,9%	-8,7%	5,8%	-8,7%
NLD	12,9%	-15,4%	35,8%	-15,4%
POL	6,1%	2,1%	15,4%	2,1%
PRT	-2,0%	14,9%	-5,0%	14,9%
SVK	3,0%	10,0%	8,2%	10,0%
SVN	2,5%	9,0%	7,0%	9,0%
ESP	-4,8%	9,2%	-11,8%	9,2%
SWE	3,6%	2,2%	9,5%	2,2%
TUR	6,8%	36,7%	15,5%	36,7%
GBR	4,9%	18,2%	12,9%	18,2%
USA	1,2%	6,2%	2,9%	6,2%
BGR	-9,7%	6,3%	-24,1%	6,3%
BRA	12,7%	-5,2%	28,5%	-5,2%
CHN	5,4%	-9,0%	9,2%	-9,0%
CYP	-0,2%	23,4%	-0,5%	23,4%
IDN	1,0%	-7,2%	2,7%	-7,2%
IND	-3,4%	21,4%	-8,4%	21,4%
LTU	6,6%	-1,5%	23,5%	-1,5%
LVA	9,8%	20,2%	24,3%	20,2%
MLT	13,4%	-18,8%	39,2%	-18,8%

Continua...

País	Bruto		Líquido	
	Intra	Inter	Intra	Inter
ROU	4,5%	-6,4%	11,3%	-6,4%
RUS	-1,0%	54,9%	-2,2%	54,9%
TWN	7,9%	13,1%	21,3%	13,1%
RoW	3,2%	-23,0%	7,7%	-23,0%
Média	3,6%	5,6%	9,1%	5,6%
ICIO<WIOT	-9,7%	-23,0%	-26,2%	-23,0%
ICIO>WIOT	16,7%	54,9%	43,0%	54,9%
Desv. Pad	5,3%	15,0%	14,4%	15,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Para o ano de 2011, as diferenças entre os multiplicadores inter-regionais, estimados pelo ICIO e pela WIOT, são maiores do que para os intrarregionais. As maiores diferenças são para Rússia (ICIO>WIOT) e Bélgica (ICIO<WIOT). Novamente, os desvios-padrão das diferenças, para os inter-regionais, são quase três vezes maiores do que suas respectivas médias, o que indica grande dispersão nas diferenças, principalmente no que se refere aos multiplicadores inter-regionais.

A Tabela 4.13 apresenta algumas estatísticas acerca das diferenças percentuais entre os multiplicadores setoriais estimados para cada região, pelo ICIO e pela WIOT, para o ano de 1995. A maior diferença acontece em Luxemburgo (70,3%). No entanto, para cerca de 80% das regiões analisadas, ao menos quatro setores são comuns aos dois sistemas entre os cinco maiores multiplicadores, conforme a Tabela 4.13. Além disso, a análise de correlação entre os multiplicadores estimados para cada setor em cada região também é maior do que 90% para 39 das 41 regiões analisadas.

Tabela 4.13: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo ICIO e pela WIOT para o ano de 1995

País	Setores comuns	Correlação	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
AUS	2	95,1%	5,6%	0,8%	12,9%	3,1%
AUT	4	99,6%	3,2%	0,1%	8,7%	2,1%
BEL	5	99,6%	4,7%	0,3%	11,6%	2,9%
CAN	4	98,2%	3,5%	0,1%	18,0%	3,8%
CZE	4	99,5%	3,0%	0,3%	9,9%	1,9%
DNK	5	99,6%	3,9%	1,5%	9,8%	2,1%
EST	5	99,5%	4,5%	0,5%	8,0%	2,3%
FIN	4	99,2%	4,2%	0,4%	12,5%	2,8%
FRA	5	99,4%	1,9%	0,0%	9,5%	1,8%
DEU	5	99,3%	3,0%	0,0%	13,6%	2,5%
GRC	4	97,8%	4,1%	0,5%	9,7%	2,6%
HUN	5	99,6%	3,6%	0,7%	9,5%	2,2%
IRL	3	94,6%	8,8%	1,9%	23,1%	5,6%
ITA	4	99,8%	2,9%	0,2%	6,6%	1,4%
JPN	4	98,7%	3,4%	0,2%	11,6%	2,8%
KOR	4	99,8%	1,4%	0,1%	4,5%	1,2%
LUX	5	87,8%	5,3%	0,0%	70,3%	12,6%
MEX	3	98,8%	4,1%	0,1%	12,9%	2,8%
NLD	4	99,6%	3,5%	0,3%	8,4%	2,2%
POL	5	98,1%	4,6%	1,0%	14,5%	3,0%
PRT	5	99,2%	3,8%	0,2%	10,9%	2,6%
SVK	3	98,3%	3,8%	0,3%	14,9%	3,5%
SVN	5	99,2%	2,2%	0,3%	8,4%	1,9%
ESP	4	99,9%	2,5%	0,2%	5,7%	1,4%
SWE	4	99,1%	4,4%	0,0%	10,6%	2,6%
TUR	3	78,1%	12,5%	0,2%	55,5%	12,8%
GBR	4	97,6%	4,7%	0,7%	13,8%	3,1%
USA	4	98,4%	2,7%	0,2%	17,0%	3,2%
BGR	2	91,5%	11,2%	1,1%	45,0%	10,1%
BRA	4	96,2%	8,8%	2,0%	21,6%	4,3%
CHN	3	96,1%	5,0%	0,0%	16,6%	4,4%
CYP	5	99,6%	5,2%	0,4%	9,9%	2,4%
IDN	4	99,3%	2,1%	0,1%	6,1%	1,6%
IND	3	91,9%	7,8%	0,3%	64,0%	11,7%
LTU	4	98,9%	3,1%	0,3%	7,2%	2,2%
LVA	2	92,5%	5,8%	0,7%	21,8%	4,1%

Continua...

País	Setores comuns	Correlação	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
MLT	5	97,6%	5,8%	0,2%	20,0%	4,0%
ROU	4	97,9%	2,3%	0,0%	12,5%	2,7%
RUS	4	90,7%	6,2%	1,4%	24,7%	5,3%
TWN	4	97,9%	6,0%	0,0%	20,8%	4,8%
RoW	4	93,1%	6,0%	0,1%	30,7%	7,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Para o ano de 2011, a maior diferença entre os multiplicadores setoriais estimados para cada região também é para Luxemburgo (100%). Todavia, dada a semelhança no *ranking* dos multiplicadores, a análise da estrutura produtiva utilizando qualquer um dos dois sistemas não parece ser comprometida, já que, para 27 das 41 regiões analisadas, ao menos quatro setores são comuns entre os cinco maiores multiplicadores de produção, estimados por cada sistema internacional. No que diz respeito à correlação dos multiplicadores setoriais em cada região, para 80% das regiões a correlação foi maior do que 90%, conforme a Tabela 4.14.

Tabela 4.14: Estatísticas da diferença percentual entre os multiplicadores de produção estimados pelo ICIO e pela WIOT para o ano de 2011

País	Setores Comuns	Correlação	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
AUS	2	88,4%	6,4%	0,0%	25,5%	6,1%
AUT	4	98,5%	4,0%	0,6%	9,2%	2,3%
BEL	5	99,2%	4,9%	0,3%	13,6%	3,3%
CAN	3	97,8%	3,4%	0,0%	16,2%	3,6%
CZE	4	98,6%	4,9%	0,8%	14,4%	3,4%
DNK	4	97,1%	4,2%	0,1%	12,1%	3,0%
EST	3	97,7%	9,1%	1,2%	17,4%	4,7%
FIN	4	98,9%	4,8%	0,2%	10,7%	3,2%
FRA	4	97,7%	5,5%	0,7%	11,8%	3,8%
DEU	5	98,7%	5,5%	0,2%	15,7%	3,8%
GRC	3	92,1%	8,4%	0,1%	25,2%	6,4%
HUN	4	78,0%	10,9%	0,0%	35,0%	9,4%
IRL	2	91,6%	8,1%	0,1%	23,0%	5,7%
ITA	4	99,1%	4,7%	1,2%	15,7%	2,8%
JPN	5	73,2%	9,9%	0,2%	60,5%	11,8%
KOR	5	99,4%	3,7%	0,8%	9,9%	2,3%
LUX	1	70,2%	10,6%	0,2%	100,2%	18,2%
MEX	4	98,4%	3,4%	0,1%	12,7%	2,6%

Continua...

País	Setores Comuns	Correlação	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
NLD	4	98,7%	4,9%	0,1%	11,6%	3,4%
POL	4	99,1%	5,1%	0,1%	11,3%	3,0%
PRT	2	97,2%	4,4%	0,3%	12,4%	3,3%
SVK	4	98,0%	5,7%	0,4%	16,8%	3,8%
SVN	5	99,0%	4,9%	1,3%	9,4%	2,4%
ESP	4	97,7%	3,7%	0,1%	16,3%	3,1%
SWE	3	98,8%	3,6%	0,1%	8,4%	2,6%
TUR	5	98,1%	11,1%	3,1%	22,6%	6,4%
GBR	2	91,4%	8,6%	0,2%	23,4%	6,5%
USA	3	98,0%	3,6%	0,1%	10,4%	2,8%
BGR	3	93,5%	8,5%	0,8%	36,0%	7,8%
BRA	4	98,6%	10,0%	0,3%	19,3%	5,1%
CHN	4	96,6%	5,3%	0,2%	39,0%	7,2%
CYP	4	78,3%	8,3%	0,1%	89,1%	15,9%
IDN	4	94,0%	4,9%	0,1%	32,4%	6,5%
IND	4	95,5%	7,0%	0,2%	30,8%	7,2%
LTU	3	93,1%	6,9%	0,3%	17,7%	5,0%
LVA	5	82,2%	15,7%	2,5%	69,2%	13,0%
MLT	2	75,3%	12,0%	0,6%	36,8%	9,7%
ROU	4	79,8%	9,9%	0,1%	34,6%	7,5%
RUS	3	97,7%	7,1%	0,6%	14,5%	4,0%
TWN	4	92,8%	10,8%	1,7%	70,4%	12,5%
RoW	5	93,5%	6,4%	0,3%	34,5%	7,0%

Fonte: elaborado pelo autor.

Em suma, mesmo com as diferenças entre os multiplicadores estimados por cada sistema internacional, apresentadas nas Tabelas 4.11 e 4.12, de forma geral, a utilização de qualquer um dos dois sistemas para análise da estrutura produtiva dos países através dos multiplicadores não apresentaria resultados discrepantes para nenhum dos dois anos em análise em relação à ordem de grandeza desses multiplicadores, já que as correlações são altas e os setores com maiores multiplicadores são comuns aos dois sistemas para a maioria dos países.

No que tange à análise das Tabelas 4.13 e 4.14, é interessante salientar que as diferenças para 2011 são maiores do que para 1995, em média. Ou seja, mesmo com a diminuição das limitações impostas pelos dados, ressaltada por Yamano (2017), os problemas de “estatísticas espelho”, já mencionados, podem ter se intensificado no decorrer do período analisado. Esse aumento nas diferenças pode ter ocorrido principalmente pelo aumento na participação dos serviços

ao longo do tempo e pelo aumento na participação do comércio internacional de países que apresentam menor nível de detalhamento em suas bases de dados.

A análise da decomposição da produção de cada país entre as demandas finais de outros países e dele mesmo também é relevante para a acurácia holística e complementa a análise dos multiplicadores. A Tabela 4.15 apresenta algumas estatísticas da diferença, em pontos percentuais, entre a produção regional vinculada à demanda final de cada país estimada pelo ICIO e pela WIOT. Para encontrar a referida diferença, subtraíram-se os valores estimados pelo ICIO dos valores estimados pela WIOT (ICIO - WIOT).

Tabela 4.15: Estatísticas das Diferenças na Decomposição da Produção Regional baseada na Origem da Demanda Final ICIO – WIOT

	1995			2011		
	Máx	Mín	D-P	Máx	Mín	D-P
AUS	1,2%	-1,2%	0,3%	0,7%	-0,7%	0,2%
AUT	3,7%	-4,5%	0,9%	2,2%	-2,6%	0,6%
BEL	6,3%	-1,8%	1,2%	9,3%	-1,2%	1,5%
CAN	0,6%	-0,5%	0,1%	1,7%	-0,4%	0,3%
CZE	1,7%	-1,6%	0,4%	1,2%	-1,2%	0,3%
DNK	0,6%	-1,0%	0,2%	1,7%	-5,3%	0,9%
EST	3,1%	-3,6%	0,9%	3,4%	-5,8%	1,1%
FIN	0,7%	-1,1%	0,3%	1,3%	-1,5%	0,5%
FRA	0,3%	-0,5%	0,1%	0,4%	-0,7%	0,2%
DEU	0,4%	-0,3%	0,1%	1,6%	-1,6%	0,4%
GRC	2,4%	-10,3%	1,7%	1,8%	-10,3%	1,7%
HUN	3,8%	-8,5%	1,5%	0,8%	-2,2%	0,5%
IRL	1,5%	-0,8%	0,3%	1,7%	-7,6%	1,3%
ITA	0,6%	-2,3%	0,4%	0,5%	-2,1%	0,3%
JPN	0,8%	-1,0%	0,2%	0,5%	-0,6%	0,1%
KOR	0,5%	-0,8%	0,2%	1,2%	-0,6%	0,3%
LUX	6,2%	-5,2%	1,5%	6,3%	-27,1%	4,8%
MEX	2,7%	-2,4%	0,6%	1,1%	-0,5%	0,2%
NLD	4,6%	-1,6%	0,8%	7,9%	-1,3%	1,3%
POL	0,3%	-0,1%	0,1%	1,1%	-0,9%	0,3%
PRT	1,4%	-3,0%	0,5%	2,2%	-8,3%	1,4%
SVK	0,8%	-0,6%	0,3%	0,9%	-5,6%	0,9%
SVN	1,6%	-4,0%	0,7%	3,2%	-6,6%	1,2%
ESP	1,0%	-3,8%	0,6%	1,1%	-5,1%	0,8%
SWE	0,6%	-1,8%	0,3%	0,6%	-1,6%	0,4%

Continua...

	1995			2011		
	Máx	Mín	D-P	Máx	Mín	D-P
TUR	1,9%	-4,2%	0,7%	1,1%	-1,2%	0,3%
GBR	0,3%	-1,4%	0,2%	0,9%	-2,3%	0,4%
USA	0,4%	-0,8%	0,2%	0,3%	-1,4%	0,2%
BGR	1,6%	-7,5%	1,3%	1,6%	-9,2%	1,5%
BRA	0,8%	-0,3%	0,1%	0,4%	-0,6%	0,2%
CHN	3,2%	-1,4%	0,6%	2,6%	-0,7%	0,4%
CYP	12,5%	-22,0%	4,0%	5,9%	-17,4%	3,0%
IDN	2,2%	-2,0%	0,5%	0,6%	-1,1%	0,2%
IND	1,3%	-0,7%	0,3%	3,1%	-3,8%	0,8%
LTU	7,7%	-2,0%	1,3%	1,0%	-6,1%	1,0%
LVA	3,8%	-3,7%	0,9%	1,6%	-6,7%	1,4%
MLT	3,6%	-13,4%	2,3%	2,9%	-3,0%	0,9%
ROU	0,5%	-0,7%	0,2%	1,0%	-3,4%	0,6%
RUS	4,4%	-6,2%	1,2%	1,7%	-5,9%	1,0%
TWN	2,4%	-0,9%	0,4%	2,3%	-1,6%	0,5%
RoW	0,7%	-2,9%	0,5%	0,6%	-3,2%	0,5%

Fonte: elaborado pelo autor.

As maiores diferenças positivas ($ICIO > WIOT$) ocorrem na produção do Chipre, da Bélgica e da Lituânia no ano de 1995 e na produção da Bélgica e na Holanda em 2011. Já as maiores diferenças negativas ($ICIO < WIOT$) ocorreram na produção do Chipre, tanto para 1995 quanto para 2011.

Pode-se notar que a diferença máxima entre os valores estimados pelos dois métodos fica em média -3,2% em 1995 e -4,1% em 2011. Pode-se notar também que não há grande variação nos dados, já que o desvio-padrão é menor do que 1,5% para grande parte das UFs. Além disso, de forma geral, as diferenças são baixas. Considerando todos os fluxos possíveis, nos dois anos em análise, menos de 3,0% dos valores apresentaram diferença maior do que 2%, tanto positiva quanto negativa.

A análise anteriormente feita em termos de produção também pode ser feita em termos de Valor Adicionado, isto é, pode-se calcular o quanto do valor adicionado à produção em cada país está vinculado à demanda final do próprio país e de cada um dos outros que compõem o sistema. Para isso, multiplica-se o coeficiente de valor adicionado pela inversa de Leontief e, posteriormente, por uma matriz com a demanda final de cada país.

A Tabela 4.16 mostra, para cada país, as diferenças entre o valor adicionado doméstico embutido na demanda final dos outros países. Sinais negativos indicam que o valor estimado pela WIOT é maior do que o valor estimado pelo ICIO.

Tabela 4.16: Estatísticas das Diferenças na Decomposição do Valor Adicionado Regional baseada na Origem da Demanda Final ICIO – WIOT

	1995			2011		
	Máx	Mín	D-P	Máx	Mín	D-P
AUS	1,0%	-0,7%	0,2%	0,7%	-0,8%	0,2%
AUT	3,8%	-4,5%	0,9%	2,4%	-2,5%	0,6%
BEL	5,0%	-1,4%	1,0%	6,5%	-1,0%	1,1%
CAN	0,8%	-0,4%	0,2%	1,2%	-0,4%	0,2%
CZE	1,7%	-1,7%	0,5%	0,9%	-1,0%	0,3%
DNK	0,5%	-0,7%	0,2%	1,9%	-4,0%	0,7%
EST	3,0%	-4,3%	1,0%	3,3%	-6,6%	1,2%
FIN	0,6%	-1,2%	0,2%	1,1%	-1,2%	0,4%
FRA	0,4%	-0,9%	0,2%	0,4%	-2,3%	0,4%
DEU	0,2%	-0,2%	0,1%	1,1%	-1,5%	0,3%
GRC	2,3%	-9,3%	1,6%	1,6%	-7,2%	1,3%
HUN	3,3%	-7,3%	1,3%	1,1%	-3,4%	0,6%
IRL	1,5%	-1,1%	0,3%	1,5%	-7,4%	1,3%
ITA	0,7%	-2,7%	0,5%	0,5%	-2,2%	0,4%
JPN	0,4%	-0,8%	0,1%	0,7%	-1,2%	0,3%
KOR	0,6%	-1,6%	0,3%	1,3%	-1,0%	0,3%
LUX	5,2%	-6,7%	1,5%	5,6%	-16,3%	3,5%
MEX	3,0%	-1,8%	0,6%	1,3%	-0,5%	0,2%
NLD	4,0%	-1,6%	0,7%	6,5%	-1,3%	1,1%
POL	0,4%	-0,2%	0,1%	0,8%	-0,8%	0,2%
PRT	1,1%	-2,3%	0,4%	1,9%	-6,9%	1,2%
SVK	0,8%	-0,5%	0,2%	0,8%	-3,7%	0,6%
SVN	1,7%	-4,4%	0,8%	3,1%	-6,0%	1,1%
ESP	1,0%	-4,1%	0,7%	1,0%	-5,2%	0,9%
SWE	0,5%	-1,3%	0,3%	0,6%	-1,7%	0,4%
TUR	2,0%	-5,3%	0,9%	1,0%	-1,6%	0,3%
GBR	0,3%	-1,5%	0,3%	0,7%	-1,4%	0,3%
USA	0,5%	-0,9%	0,2%	0,3%	-1,3%	0,2%
BGR	1,5%	-7,3%	1,2%	1,6%	-8,8%	1,5%
BRA	0,7%	-0,5%	0,2%	0,5%	-0,9%	0,2%
CHN	2,3%	-1,0%	0,4%	1,2%	-0,4%	0,2%
CYP	12,3%	-23,0%	4,1%	6,1%	-19,8%	3,4%
IDN	2,2%	-3,8%	0,7%	0,8%	-1,8%	0,3%

Continua...

	1995			2011		
	Máx	Mín	D-P	Máx	Mín	D-P
IND	1,1%	-0,4%	0,2%	2,9%	-4,5%	0,8%
LTU	6,1%	-2,3%	1,1%	1,2%	-6,5%	1,1%
LVA	3,8%	-3,3%	0,8%	1,5%	-6,1%	1,3%
MLT	3,4%	-12,7%	2,2%	2,5%	-2,8%	0,9%
ROU	0,6%	-0,7%	0,2%	1,1%	-2,8%	0,6%
RUS	3,8%	-4,3%	0,9%	1,1%	-3,8%	0,7%
TWN	2,3%	-1,2%	0,4%	3,0%	-3,0%	0,7%
RoW	0,7%	-4,0%	0,6%	0,8%	-5,0%	0,8%

Fonte: elaborado pelo autor.

As maiores diferenças positivas (ICIO>WIOT) foram para o ano de 1995 no Chipre (12,3%) e para 2011 na Bélgica (6,5%). As maiores diferenças negativas (ICIO<WIOT) foram, tanto para 1995 quanto 2011, no Chipre.

Ao compararem-se os resultados da Tabela 4.15, que avalia a produção vinculada ao comércio exterior, com os resultados da Tabela 4.16, que avalia o valor adicionado doméstico vinculado à demanda final externa, nota-se que os resultados são bastante parecidos. A maior diferença está na Holanda, que apresentou diferença máxima positiva de 13,1% para a produção e 6,5% para o valor adicionado no ano de 2011.

A análise de decomposição estrutural também pode ser utilizada para a comparação entre sistemas inter-regionais, como pode ser constatado em Owen et al. (2014) e em Owen (2017). Utilizando a decomposição estrutural, podem-se captar as diferenças existentes entre o ICIO e a WIOT ao decompor a variação total em: (i) variações tecnológicas, provenientes de diferenças na inversa de Leontief de cada sistema estimado; (ii) variações na estrutura da demanda final, resultante das diferentes formas como o valor da demanda final se distribui entre seus elementos (Consumo das famílias, Formação bruta de Capital fixo, Gastos do governo, Variações de estoque e *Purchase abroad by residents* – CABR –; e (iii) variações no volume da demanda final, que está relacionado ao valor total de cada elemento da Demanda Final.

A Tabela 4.17 apresenta as variações percentuais provenientes do efeito tecnológico, da estrutura da demanda final e do volume da demanda final entre o ICIO e a WIOT para os anos de 1995 e 2011. Para realizar essa análise, utilizou-se a variação média percentual para cada país. Optou-se por trabalhar com os valores em módulo, para evitar que variações negativas anulem variações positivas. Além disso, essas variações foram ponderadas pela participação que o VBP do setor no país tem no VBP total do país, para que fosse garantida a proporcionalidade.

Tabela 4.17: Diferença percentual média regional, ponderada pela participação que o VPB do setor no país tem no VBP total do país nos anos de 1995 e 2011

País	1995			2011		
	Tecnologia	Estrutura DF	Volume DF	Tecnologia	Estrutura DF	Volume DF
AUS	10,6%	10,5%	5,3%	13,6%	10,3%	6,7%
AUT	3,7%	5,2%	4,6%	4,4%	5,1%	5,3%
BEL	4,2%	3,9%	4,7%	5,2%	5,1%	5,3%
CAN	9,5%	8,8%	4,7%	13,5%	17,0%	5,8%
CZE	2,6%	6,1%	4,7%	6,2%	6,8%	6,1%
DNK	6,3%	5,0%	4,5%	12,2%	10,1%	5,4%
EST	4,5%	7,4%	4,5%	10,0%	11,6%	6,6%
FIN	4,3%	4,6%	4,5%	4,2%	6,7%	5,3%
FRA	9,0%	8,6%	4,8%	7,7%	5,4%	6,0%
DEU	2,7%	2,6%	4,8%	6,2%	3,4%	6,2%
GRC	9,2%	12,8%	5,3%	9,8%	13,6%	7,3%
HUN	6,2%	8,3%	4,4%	8,4%	8,2%	5,2%
IRL	14,5%	9,7%	5,2%	13,6%	13,2%	6,2%
ITA	3,5%	2,9%	5,0%	5,9%	4,2%	6,3%
JPN	10,6%	10,5%	5,1%	13,0%	13,3%	7,4%
KOR	8,2%	10,3%	5,4%	7,2%	7,7%	5,2%
LUX	10,0%	12,9%	4,8%	12,8%	13,8%	6,4%
MEX	7,3%	8,3%	3,9%	7,7%	7,4%	4,2%
NLD	4,7%	3,5%	4,6%	6,9%	6,4%	5,5%
POL	5,9%	6,6%	4,9%	6,6%	6,0%	5,5%
PRT	6,3%	5,2%	4,8%	6,6%	5,6%	6,0%
SVK	7,0%	8,3%	5,0%	11,2%	6,5%	6,7%
SVN	6,3%	7,8%	4,8%	9,5%	8,6%	6,2%
ESP	3,0%	4,5%	5,1%	6,2%	7,9%	5,9%
SWE	4,1%	4,1%	4,5%	6,1%	6,1%	5,0%
TUR	16,5%	10,5%	5,2%	13,2%	10,8%	5,7%
GBR	4,1%	3,8%	4,8%	7,0%	6,8%	5,8%
USA	5,9%	14,5%	5,1%	8,4%	15,1%	6,2%
BGR	17,3%	11,6%	5,6%	16,0%	15,9%	6,2%
BRA	15,7%	15,0%	4,3%	17,0%	11,2%	5,3%
CHN	10,4%	5,3%	4,5%	11,9%	5,8%	5,7%
CYP	12,0%	21,9%	4,8%	11,2%	12,7%	7,7%
IDN	18,9%	19,0%	4,4%	13,8%	12,2%	5,4%
IND	11,5%	9,5%	5,2%	7,9%	10,2%	4,5%
LTU	10,4%	12,8%	4,7%	12,8%	20,8%	9,4%
LVA	15,5%	14,6%	4,7%	20,7%	16,3%	6,4%
MLT	11,3%	10,1%	2,2%	11,1%	10,7%	2,3%

Continua...

País	1995			2011		
	Tecnologia	Estrutura DF	Volume DF	Tecnologia	Estrutura DF	Volume DF
ROU	4,0%	5,6%	5,1%	11,8%	10,3%	7,2%
RUS	11,2%	12,5%	3,4%	13,9%	14,0%	2,4%
TWN	15,7%	12,9%	5,2%	11,5%	17,0%	6,5%
RoW	13,6%	9,6%	4,9%	17,3%	11,0%	5,8%
Máx	18,9%	21,9%	5,6%	20,7%	20,8%	9,4%
Mín	2,6%	2,6%	2,2%	4,2%	3,4%	2,3%
Média	8,7%	9,0%	4,7%	10,3%	10,0%	5,9%

Fonte: elaborado pelo autor.

Para os dois anos analisados, as maiores diferenças médias estão, respectivamente, na estrutura da demanda final e na tecnologia. As diferenças tecnológicas estão relacionadas às inversas de Leontief estimadas em cada sistema. Parte das diferenças pode ser observada quando se analisaram os multiplicadores de produção, que são resultado da soma da inversa de Leontief nas colunas. Os coeficientes inter-regionais são responsáveis pelas maiores diferenças, que, por sua vez, são provenientes das diferenças nos fluxos de comércio estimados em cada sistema.

No que diz respeito às diferenças na estrutura da demanda final, as maiores diferenças, para os dois anos analisados, estão nos valores referentes ao consumo das Instituições sem fins lucrativos (NPISH) e na Variação de Estoques (INVNT), além do Consumo no exterior pelos residentes – CABR –, este último é zero para todos os valores no sistema da WIOT. As Tabelas 4.18 e 4.19 apresentam os valores dos elementos da demanda final, bem como a correlação e a diferença percentual entre eles, para os anos de 1995 e 2011.

Tabela 4.18: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do ICIO e da WIOT para o ano de 1995

Elemento DF	CORRELAÇÃO	ICIO	WIOT	DIFERENÇA
Todos elementos DF	0,967	28.243.897,67	29.154.246,31	3,2%
HHC	0,970	16.157.364,10	17.221.994,95	6,4%
NPISH	0,197	350.989,15	194.738,37	57,3%
GGFC	0,928	5.009.689,28	5.042.022,78	0,6%
GFCF	0,989	6.037.354,82	6.440.381,87	6,5%
INVNT	0,235	294.899,41	255.108,35	14,5%
CABR	Zero na WIOT	393.600,90	-	

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4.19: Análise da estrutura e do volume dos elementos da demanda final do ICIO e da WIOT para o ano de 2011

Elemento DF	CORRELAÇÃO	ICIO	WIOT	DIFERENÇA
Todos elementos DF	0,965	66.643.214,19	69.263.520,94	3,9%
HHC	0,969	36.656.648,30	39.809.415,65	8,2%
NPISH	0,231	777.035,71	384.996,05	67,5%
GGFC	0,936	12.433.461,45	12.385.211,10	0,4%
GFCF	0,980	14.523.967,71	16.091.263,43	10,2%
INVNT	0,158	1.258.554,58	592.634,71	71,9%
CABR	Zero na WIOT	993.546,45	-	

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao avaliar as Tabelas 4.18 e 4.19, pode-se notar que a correlação é superior a 95% e as diferenças absolutas são inferiores a 11% para os elementos que representam a maior proporção da demanda final, como o Consumo das Famílias – HHC –; Gastos do Governo – GGFC –; e Formação Bruta de Capital Fixo – GFCF –; o que, conseqüentemente, resulta em uma alta correlação e baixa diferença absoluta quando se consideram todos os elementos da demanda final.

A mesma análise feita em termos regionais pode ser feita setorialmente, isto é, pode-se calcular a variação média percentual por setor, também ponderando pela participação que o VBP do setor no país tem no VBP do referido setor em todo o sistema, conforme a Tabela 4.20.

Tabela 4.20: Diferença percentual média setorial, ponderada pela participação que o VBP do setor no país tem no VBP do setor em todo o sistema nos anos de 1995 e 2011

Setores	Tecnologia	1995		Tecnologia	2011	
		Estrutura DF	Volume DF		Estrutura DF	Volume DF
Agricultura, caça, silvicultura e pesca.	5,4%	6,1%	5,5%	5,3%	6,3%	5,5%
Mineração e pedreiras.	23,0%	6,8%	4,8%	35,3%	7,0%	4,5%
Alimentos, bebidas e produtos do fumo.	6,4%	7,7%	5,8%	7,2%	7,4%	6,3%
Têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.	15,2%	13,3%	5,3%	13,1%	10,0%	5,9%
Madeira, produtos de madeira e cortiça.	18,9%	11,1%	5,4%	23,1%	6,9%	6,4%
Celulose, prod.de papel, jornais e revistas.	11,3%	5,8%	4,9%	19,7%	6,5%	5,8%
Refino de petróleo e coque e comb.nuclear.	8,8%	7,3%	5,2%	16,3%	9,4%	5,8%
Química e produtos químicos.	9,1%	6,5%	4,7%	12,8%	6,0%	4,9%
Artigos de borracha e plástico.	9,2%	8,1%	5,2%	15,0%	6,3%	5,8%
Outros minerais não metálicos.	11,5%	5,6%	5,6%	16,3%	3,8%	7,6%
Metalurgia básica e fab. de prod. de metal.	7,9%	5,6%	5,5%	12,8%	3,6%	6,5%
Outras máq.s e equip. não anterior. especif..	12,6%	12,8%	5,6%	15,3%	13,0%	6,9%
Equipamentos elétricos e ópticos.	6,5%	12,5%	5,4%	11,8%	8,8%	6,2%
Equipamentos de transporte.	7,7%	11,8%	5,6%	9,0%	12,9%	6,0%
Manufatura não anter. especif. e reciclagem.	17,2%	15,5%	5,4%	24,3%	19,8%	5,7%
Eletricidade e abastecimento e água e gás.	12,0%	12,5%	5,1%	10,8%	5,5%	6,1%
Construção civil.	3,1%	6,3%	6,1%	5,1%	11,0%	9,3%
Comércio de atacado, varejo e reparos.	8,8%	8,8%	5,5%	12,9%	12,8%	6,1%
Serviços de alojamento e alimentação.	7,2%	13,1%	5,6%	7,2%	13,5%	7,0%
Transporte e armazenamento.	7,7%	9,2%	5,1%	8,9%	7,7%	5,9%
Correios e telecomunicação.	11,5%	10,0%	5,2%	9,8%	11,7%	6,6%
Intermediação financeira e seguros.	11,1%	9,5%	5,4%	16,6%	11,2%	6,9%
Atividades imobiliárias.	4,0%	5,4%	5,9%	5,2%	10,2%	7,6%
Aluguél de máq. equip. e outras ativ. comer..	13,2%	6,2%	4,8%	10,7%	7,0%	5,9%
Admin. e defesa pública e securidade social.	3,3%	16,7%	1,5%	2,4%	17,3%	1,2%
Educação.	5,7%	31,9%	2,5%	5,1%	24,6%	3,0%
Saúde e assistência social.	1,4%	3,8%	2,3%	2,0%	7,1%	3,2%
Outros serviços comun., sociais e pessoais.	12,7%	12,4%	2,9%	16,4%	9,9%	4,4%
Atividades domésticas.	7,0%	62,5%	6,4%	6,0%	68,4%	8,2%
Máximo	23,0%	62,5%	6,4%	35,3%	68,4%	9,3%
Mínimo	1,4%	3,8%	1,5%	2,0%	3,6%	1,2%
Média	9,6%	11,9%	5,0%	12,3%	11,9%	5,9%
Desvio-Padrão	4,9%	11,1%	1,2%	7,2%	11,8%	1,6%

Fonte: elaborado pelo autor.

O setor com maior diferença tecnológica é o de Mineração e extração de pedras para os dois anos analisados. O setor com maior diferença na estrutura da demanda final é o de Atividades

domésticas, no entanto, esse setor não tem grande representatividade nas matrizes. A segunda maior diferença na estrutura da demanda final, para os dois anos analisados, é no setor de Educação. Em relação ao volume da demanda final, o setor com a maior diferença é o de Construção civil para os dois anos analisados.

As diferenças em termos de setores foram semelhantes às diferenças regionais. Novamente, as médias das diferenças tecnológicas e de estrutura da demanda final foram as mais relevantes. Pode-se constatar que, à exceção do setor de mineração, os setores com maiores diferenças são os que apresentam baixo potencial de comercialização, para os quais os dados de comércio internacional são restritos.

4.5.Considerações finais

O presente capítulo teve como objetivo descrever o processo de construção do ICIO e da WIOT, bem como comparar os referidos sistemas, no intuito de identificar as principais diferenças existentes entre eles em termos holísticos e partitivos.

Os dois sistemas partem das SUTs nacionais em seu processo de construção, interpolando os dados para os anos em que os países não apresentam suas SUTs. Os fluxos de comércio são obtidos junto às bases de dados internacionais EUROSTAT, Nações Unidas e da OCDE. No entanto, o tratamento dispensado aos dados para o balanceamento das matrizes e para a solução de problemas de “estatísticas espelho”, valoração CIF x FOB e preços básicos x preços ao consumidor são diferentes no processo de construção do ICIO e da WIOT. Isso, conseqüentemente, gera diferenças nos sistemas estimados.

Em termos partitivos, os sistemas apresentaram STPE total de 45% para 1995 e 47% para 2011. Quando se considera região por região, a média do STPE ficou em torno de 40% para os fluxos intrarregionais e 49% para os inter-regionais, também para o ano de 2011, o que não sugere uma alta acurácia. Entretanto, trabalhos como o de Flegg et al. (2016) encontraram o melhor desempenho em comparação de sistemas regionais com STPE de 58%, o que, em termos relativos, torna a acurácia partitiva entre o ICIO e a WIOT melhores.

Contudo, o objetivo do capítulo é analisar como a escolha entre o ICIO e a WIOT pode influenciar os resultados da análise insumo-produto, ou seja, o maior enfoque é na acurácia holística. Segundo Jensen (1980), o objetivo mais modesto da acurácia holística é apropriado para matrizes regionais de insumo-produto.

No que diz respeito às diferenças entre os multiplicadores, nos dois anos analisados, elas são menores para os intrarregionais do que para os inter-regionais, chegando a 36% nos inter-regionais. Ainda assim, as correlações entre eles foram positivas e bastante elevadas, passando de 90% em quase todas as regiões. Além disso, o número de setores comuns entre os maiores multiplicadores em cada região foi bastante alto. Isso sugere que, no que tange à grandeza, para algumas regiões, a diferença entre os multiplicadores de produção pode ser elevada, contudo, os *rankings* dos multiplicadores são bastante semelhantes quando comparados o ICIO e a WIOT. O que, em termos gerais, não compromete os resultados da análise no que diz respeito ao direcionamento de políticas.

A decomposição da produção e do valor adicionado de cada país, vinculado à demanda final dos demais países, apresentou resultados bastante semelhantes. A média das diferenças entre os valores estimados pelos dois sistemas (ICIO-WIOT), para os anos de 1995 e 2011, foi abaixo de 3,5%, tanto para a produção quanto para o valor adicionado.

A análise de decomposição estrutural, realizada no intuito de avaliar as diferenças tecnológicas e de estrutura e volume da demanda final, mostrou variação média relativamente baixa. As maiores variações médias apresentadas foram na tecnologia e na estrutura da demanda final (em torno de 10% para os dois anos nos dois quesitos). As diferenças na estrutura da demanda final foram principalmente devido às diferenças na variação dos estoques e no consumo das instituições sem fins lucrativos, além da CABR, que são elementos proporcionalmente menos representativos da demanda final. As diferenças tecnológicas, que são derivadas das divergências entre as inversas de Leontief estimadas pelos dois sistemas, devem-se principalmente aos valores inter-regionais, que por sua vez são resultado dos diferentes fluxos de comércio estimados em cada sistema.

Utilizaram-se os anos de 1995 e 2011 por serem os anos extremos das séries disponíveis, tanto para o ICIO quanto para a WIOT. Dessa forma, podem-se captar alguns aspectos referentes à evolução da qualidade das informações disponíveis durante o período analisado. As diferenças médias para o ano de 2011 foram maiores do que as diferenças médias para o ano de 1995. Pode-se inferir que, nos dezesseis anos entre os períodos inicial e final analisados, houve melhoria na qualidade dos dados fornecidos por vários países, especialmente os desenvolvidos. No entanto, o aumento da participação no comércio internacional de alguns países em desenvolvimento, como China, Rússia, Índia, Malta e Chipre, que segundo Yamano (2017) têm menor qualidade nos dados

disponíveis, pode ter contribuído para o aumento das diferenças entre os sistemas WIOT e ICIO ocorridas no ano de 2011.

Além disso, a participação dos serviços na composição do Valor Bruto de Produção da maioria dos países aumentou no período entre 1995 e 2011. A forma como cada sistema, WIOT e ICIO, trata os dados de serviços é diferente, isso pode fazer com que a diferença entre os dois sistemas internacionais estimados aumente.

Diante do exposto, pode-se concluir que, semelhante ao que ocorreu com os sistemas subnacionais estimados no capítulo anterior, a baixa acurácia partitiva entre os valores estimados pelo ICIO e pela WIOT não se converteu em baixa acurácia holística, isto é, não comprometeu os resultados da análise de insumo-produto para a grande maioria dos países. Todavia, quando se trata de uma análise específica para alguns países, como Malta, Chipre, Lituânia e Luxemburgo, e/ou alguns setores, principalmente os de serviços, alguns apontamentos feitos neste estudo precisam ser considerados.

A revista *Economic Systems Research* publicou um número especial em 2017 tratando da criação de um Laboratório Virtual – VL – colaborativo para a compilação e operação de sistemas multirregionais de insumo-produto que utilizam larga escala de dados. De acordo com Geschke e Hadjikakou (2017), o VL possibilitará a colaboração entre um grande número de pesquisadores da área a insumo-produto, auxiliando agências estatísticas nacionais ou grupos de pesquisadores na compilação de dados para a criação de matrizes de insumo-produto.

Medidas como esta auxiliam na compilação mais eficiente das bases de dados, assegurando futuros avanços na qualidade dos dados e nas ferramentas analíticas, o que pode ajudar sobremaneira a superar os desafios ainda existentes no tratamento dos dados, principalmente de comércio internacional e, com isso, diminuir as diferenças entre os sistemas globais de insumo-produto, como o ICIO e a WIOT.

5. CONCLUSÃO

A maior integração econômica ocorrida nas últimas décadas, principalmente decorrente da fragmentação do processo produtivo, tornou indispensável a análise da região em um contexto territorialmente mais amplo. Os sistemas inter-regionais de insumo-produto, por incorporarem os aspectos de interdependência regional, podem auxiliar os gestores públicos na alocação de recursos escassos, no intuito de promover o desenvolvimento das regiões, seja no nível subnacional ou nacional. No entanto, a estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto exige um grande volume de informações, principalmente acerca dos fluxos de comércio entre as unidades regionais.

No que se refere aos modelos subnacionais, para a maioria dos países do mundo, essas informações não estão disponíveis no nível de detalhamento necessário, principalmente devido ao alto custo e à morosidade, implícitos na coleta dos dados primários necessários à estimação dos sistemas inter-regionais. Como consequência, as chamadas técnicas não censitárias de estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto ganharam popularidade entre os pesquisadores da área. Desta forma, os sistemas inter-regionais de insumo-produto são estimados a partir de técnicas híbridas, combinando o que está disponível de informações primárias, com informações obtidas a partir das técnicas não censitárias.

Por conseguinte, as diferenças na disponibilidade de informações primárias e na combinação das técnicas não censitárias utilizadas para a estimação das informações indisponíveis fazem com que duas matrizes inter-regionais de insumo-produto, estimadas para um mesmo conjunto de regiões, possam apresentar resultados diferentes.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo geral analisar como a escolha entre os principais métodos não censitários de estimação de modelos inter-regionais, no contexto subnacional e internacional, influenciam os resultados obtidos a partir dos sistemas inter-regionais de insumo-produto estimados.

No que tange aos sistemas subnacionais, foram descritos e comparados os dois principais métodos utilizados na estimação de sistemas inter-regionais disponíveis na literatura nacional, o *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS – e o *Tabela de Usos de Produção Inter-regionais* – TUPI. Para fins de comparação, os dois referidos métodos foram aplicados na construção de sistemas inter-regionais compostos das 27 UFs brasileiras.

Os dois métodos são construídos combinando as metodologias *bottom-up* e *top-down*, garantindo a consistência dos sistemas estimados com as Contas Nacionais e ao mesmo tempo,

através da utilização de informações disponíveis no âmbito regional, tornou possível considerar as características idiossincráticas de cada UF. Além disso, outra grande vantagem do TUPI e do IIOAS é a versatilidade, sendo possível a aplicação de ambos para quaisquer países que publiquem suas Tabelas de Usos e Recursos Nacionais e possuam algumas informações subnacionais para a regionalização.

O IIOAS apresenta maior facilidade para aplicação quando as regiões possuem o mesmo nível hierárquico, como é o caso das 27 UFs brasileiras. Já o TUPI tem maior flexibilidade na combinação de diferentes níveis regionais. Isso ocorre pelo fato de que, para se aplicar o IIOAS em um sistema inter-regional de insumo-produto que contenha um município, o restante do estado a que ele pertence e o restante do país a que esse estado pertence, é necessário construir matrizes de comércio para todos os municípios daquele estado, o que não é necessário quando se utiliza o TUPI.

No que tange à comparação, em termos partitivos, as diferenças nos valores estimados pelos dois métodos são maiores para os fluxos inter-regionais do que para intrarregionais. Porém, apesar das diferenças absolutas existentes entre os fluxos inter-regionais estimados pelos dois métodos, a correlação entre os referidos fluxos foi positiva e alta, o que indica que os fluxos de comércio estimados pelo TUPI e pelo IIOAS se comportam de forma semelhante ao longo do sistema estimado.

Em relação à acurácia holística entre os sistemas construídos a partir dos dois métodos, os multiplicadores de produção estimados pelo TUPI e pelo IIOAS apresentaram alta correlação positiva. A diferença média entre os multiplicadores de produção setoriais dentro de cada região foi de menos de 2%. Além disso, quando consideram-se os 10 maiores multiplicadores em cada região, ao menos 7 são comuns aos dois sistemas. Ao analisar as porções intrarregionais e inter-regionais dos multiplicadores, a diferença entre os valores estimados pelos dois métodos aumenta, principalmente a parte inter-regional.

A análise de decomposição estrutural mostrou que as inversas de Leontief estimadas pelos dois métodos foram bastante semelhantes, os volumes dos elementos da demanda final também não mostraram grande discrepância. As maiores diferenças foram encontradas na estrutura da demanda final, principalmente no que se refere ao item “variação de estoques”, que recebe um tratamento diferenciado em cada método. Mesmo assim, a diferença na estrutura dos elementos da demanda final não foi maior que 5,6%.

Neste contexto, pode-se concluir que, apesar da acurácia partitiva apresentar algumas diferenças aparentemente altas entre os sistemas estimados, em média, a diferença entre os valores estimados pelo TUPI e pelo IIOAS, em termos holísticos, não apresentaram grandes discrepâncias, principalmente quanto ao *ranking* dos multiplicadores setoriais e regionais. De forma geral, a escolha entre os dois métodos não compromete o resultado da análise de insumo-produto. Contudo, para estudos específicos, que envolvam um determinado setor ou uma determinada região, principalmente se esta estiver no Norte do Brasil, é preciso que o analista esteja atento às possíveis variações observadas no presente estudo.

As maiores diferenças entre os métodos para os estados da Região Norte podem ser consequência do uso do tempo de viagem como impedância na determinação dos fluxos de comércio no IIOAS. Já o TUPI não tem nenhuma relação com o tempo de viagem ou com a distância na determinação dos referidos fluxos.

Algumas considerações podem ser feitas no que se refere ao processo de construção do TUPI e do IIOAS. No que diz respeito ao IIOAS, pode-se sugerir que: (i) para o coeficiente de potencial de comércio (F), utilizado na estimação dos fluxos inter-regionais, atualmente determinado sem um cálculo específico para cada setor ou região, seria interessante encontrar uma maneira de estimar esse coeficiente estatisticamente ou baseado na hipótese de Kronenberg (2009) descrita no Capítulo 2, o que daria mais legitimidade a ele; (ii) realizar, de maneira semelhante ao TUPI, alguns ajustes na variação de estoques, que apresenta valores relevantes para setores de serviços, em que não é comum a existência de estoques.

No que tange ao TUPI, também se pode sugerir que: (i) o valor inicial na estimação dos fluxos intrarregionais é baseado no Coeficiente Locacional Interindústrias. Este coeficiente, segundo Flegg et al. (2016) e Lamonica e Chelli (2017), apresenta uma das piores performances entre as variações de coeficientes locacionais. Por isso, a utilização do Coeficiente Locacional Simples ou do Coeficiente Locacional de Flegg poderia dar resultados iniciais melhores. (ii) A regra de decisão dos coeficientes locacionais, tanto para o consumo intermediário quanto para a demanda final, baseada no potencial de comércio de cada setor, não tem uma fórmula de cálculo para os limites superior e inferior dos coeficientes, é apenas determinada de maneira *ad hoc*, semelhante ao que acontece no coeficiente (F) do IIOAS. Determinar a regra de decisão através de um cálculo estatístico daria mais legitimidade a ele.

A constatação de alguns possíveis pontos a serem melhorados em cada método pode contribuir para a redução nas diferenças existentes entre os sistemas estimados, principalmente com relação ao TUPI e ao IIOAS. Além disso, existe a possibilidade de proposição de um terceiro método, combinando os pontos fortes de cada método descrito.

No intuito de identificar como a escolha do método de estimação influencia os resultados de sistemas inter-regionais estimados no contexto internacional, também foi feita a descrição e a comparação, em termos partitivos e holísticos, entre dois dos principais sistemas internacionais de insumo produto o *Intercountry Input-Output Model* – ICIO – da OCDE e a *World Input-Output Table* – WIOT – da WIOD, para os anos de 1995 e 2011.

Diferente dos sistemas inter-regionais subnacionais, em que se utiliza majoritariamente a metodologia *top-down*, nos sistemas internacionais, utiliza-se a metodologia *bottom-up*, isto é, não existe uma matriz de insumo-produto que representa a economia mundial que possa ser utilizada como referência. O sistema mundial é construído a partir da agregação das matrizes de cada país.

Nos sistemas internacionais de insumo-produto, a disponibilidade de informações acerca dos fluxos de comércio inter-regional é maior, pois, enquanto os dados referentes às importações e exportações regionais (considerando regiões dentro de um mesmo país) são, na maioria das vezes, incompletos ou inexistentes, os mesmos dados, considerando importação e exportação para o exterior, estão disponíveis em bases internacionais, como o COMTRADE das Nações Unidas, EUROSTAT e OCDE para grande parte dos países.

No entanto, outros problemas precisam ser superados quando se tratam de modelos internacionais. Esses problemas são conhecidos como problemas de “estatística espelho” e são consequência de: (i) problemas de transbordo, (ii) reexportação, (iii) reimportação e (iv) diferenças na valoração *Cost, Insurance and Freight* – CIF – e *Free on Board* – FOB. Além disso, as matrizes de insumo-produto nacionais estão, em sua maioria, em preços básicos e os dados de comércio, disponibilizados nas bases internacionais, estão em preços ao consumidor. A forma como cada organização internacional, que se propõe a estimar os sistemas internacionais de insumo-produto, lida com esses problemas pode acarretar diferenças significativas entre sistemas por elas estimados.

Quando considerada a acurácia partitiva, o ICIO e a WIOT apresentaram diferenças significativas, tanto para 1995 quanto para 2011. Entretanto, apresentaram maior acurácia que em matrizes regionais construídas e comparadas em trabalhos como o de Flegg et al. (2016).

No que tange à acurácia holística, as diferenças entre os multiplicadores, nos dois anos analisados, são menores para os fluxos intrarregionais do que para os inter-regionais, chegando a 50% nos inter-regionais. Ainda assim, as correlações entre os fluxos inter-regionais foram positivas e bastante elevadas, passando de 90% para quase todas as regiões. Além disso, o número de setores comuns entre os maiores multiplicadores em cada região foi bastante alto.

Comparou-se também a decomposição do valor bruto da produção e do valor adicionado embutido na demanda final externa. As diferenças médias foram menores do que 3,5%, com desvio-padrão menor do que 1,5% para a maioria dos países, tanto considerando o VBP quanto considerando o VA.

A análise de decomposição estrutural, realizada no intuito de avaliar as diferenças tecnológicas e de estrutura e volume da demanda final, mostrou variação média relativamente baixa. As maiores variações médias apresentadas foram na tecnologia e na estrutura da demanda final (em torno de 10% para os dois anos nos dois quesitos). Porém, as maiores discrepâncias ocorreram entre os elementos menos representativos da demanda final, como variação de estoques, consumo das instituições sem fins lucrativos e CABR.

As diferenças tecnológicas são derivadas das diferenças entre as inversas de Leontief estimadas pelos dois sistemas. As maiores divergências ocorreram nos valores inter-regionais, que, por sua vez, são causados pelos problemas de “estatística espelho”, que consequentemente resultam em diferentes fluxos de comércio estimados em cada sistema.

Utilizaram-se os anos de 1995 e 2011 por serem os anos extremos das séries disponíveis, tanto para o ICIO quanto para a WIOT. Desta forma, podem-se captar alguns aspectos referentes à evolução da qualidade das informações disponíveis durante o período analisado. As diferenças médias para o ano de 2011 foram maiores do que as diferenças médias para o ano de 1995. Pode-se inferir que, nos dezesseis anos entre os períodos inicial e final analisados, houve melhoria na qualidade dos dados utilizados para vários países, especialmente os desenvolvidos. No entanto, o aumento da participação no comércio internacional de alguns países em desenvolvimento, como China, Rússia, Índia, Malta e Chipre, que segundo Yamano (2017) têm menor qualidade nos dados disponíveis, pode ter contribuído para o aumento das diferenças entre os sistemas WIOT e ICIO ocorrido no ano de 2011.

Além disso, a participação dos serviços na composição do Valor Bruto de Produção na maioria dos países aumentou no período entre 1995 e 2011. A forma como cada sistema, WIOT e

ICIO, trata os dados de serviços é diferente, isso pode fazer com que a diferença entre os dois sistemas internacionais estimados aumente.

Semelhante ao que ocorreu com os sistemas subnacionais estimados no capítulo anterior a esta conclusão, a baixa acurácia holística entre os valores estimados pelo ICIO e pela WIOT não se converteu em baixa acurácia partitiva, isto é, não comprometeu os resultados da análise de insumo-produto para a grande maioria dos países. Todavia, quando se trata de uma análise específica para alguns países, como Malta, Chipre, Lituânia e Luxemburgo, e/ou alguns setores, principalmente os de serviços, alguns apontamentos feitos neste estudo precisam ser considerados.

A revista *Economic Systems Research* publicou um número especial em 2017 tratando da criação de um Laboratório Virtual – VL – colaborativo para a compilação e operação de sistemas multirregionais de insumo-produto que utilizam larga escala de dados. De acordo com Geschke e Hadjikakou (2017), o VL possibilitará a colaboração entre um grande número de pesquisadores da área a insumo-produto, auxiliando agências estatísticas nacionais ou grupos de pesquisadores na compilação de dados para a criação de matrizes de insumo-produto.

Medidas como essa auxiliam na compilação mais eficiente das bases de dados, assegurando futuros avanços na qualidade dos dados e nas ferramentas analíticas, o que pode ajudar sobremaneira a superar os desafios ainda existentes no tratamento dos dados, principalmente de comércio internacional e, com isso, diminuir as diferenças entre os sistemas globais de insumo-produto, como o ICIO e a WIOT.

De forma geral, pode-se concluir que os métodos utilizados na estimação sistemas subnacionais (TUPI e IIOAS) e internacionais (ICIO e WIOT) geram matrizes com expressivas diferenças, em relação à acurácia partitiva. Entretanto, essas diferenças não se convertem em discrepâncias relevantes nos resultados da análise insumo-produto, principalmente, no que se refere aos multiplicadores de produção, percentual da produção e do valor adicionado vinculado à demanda final de cada região, tecnologia, estrutura e volume da demanda final.

Consequentemente, uma política pública orientada por qualquer um dos sistemas estimados, nacionais ou internacionais, não será comprometida quando o método de estimação do sistema inter-regional se alternar, entre o TUPI e o IIOAS, para o nível nacional, ou o ICIO e a WIOT, para o nível internacional.

No entanto, esta pesquisa considerou apenas alguns dos principais métodos disponíveis para a construção de modelos inter-regionais de insumo-produto, um possível desdobramento é a

inclusão de outros métodos no processo de comparação, no intuito de corroborar a literatura acerca da importância da escolha do método.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, G.; GUILHOTO, J.J.M. The Regional Economic Structure of Brazil in 1959: An Overview Based on an Interstate Input-Output Matrix. **Revista Brasileira de Economia** (impresso), p. 317-335, 2014.
- BON, R. Comparative Stability Analysis of Multiregional Input-Output Models: Column, Row, and Leontief-Strout Gravity Coefficient Models. **Quarterly Journal of Economics**, 1984.
- BUTTERFIELD, M; MULES, T. A Testing Routine for Evaluating Cell by Cell Accuracy in Short-Cut Regional Input-Output Tables. **Journal of Regional Science**, 20, 293-310, 1980.
- CHENERY, H. **Regional Analysis**. In Chenery, H, Clark P. B (eds). The structure and growth of the Italian economy. US Mutual Security Agency, 1953.
- CHIPMAN, J. S. The Multi-Sector Multiplier, **Econometrica**, vol. 18, n. 4, 1950.
- DIETZENBACHER, E. ; GUILHOTO, J. J. M.; IMORI, D. The Role of Brazilian Regions in the Global Value Chain. In: **XLI Encontro Nacional de Economia ANPEC** - Associação de Centros de Pós-Graduação em Economia, 2013, Foz do Iguaçu. XLI Encontro Nacional de Economia ANPEC - Associação de Centros de Pós-Graduação em Economia, 2013.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Structural Decomposition Analyses with Dependent Determinants. **Economic Systems Research**, v. 12, n. 4, 2000.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Structural Decomposition Techniques: Sense and Sensivity. **Economic Systems Research**, v. 10, n. 4, 1998.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B.; STEHRER, M.; TIMMER, M.; VRIES, G. The Construction of World Input-Output Tables in the WIOD Project. **Economic Systems Research**, v. 25 n. 1, 2013.
- DIXON, P. B.; RIMMER, M. T. **Disaggregation of Results from a Detailed General Equilibrium Model of de US to the State Level**. General Working Paper n. 145. Centre of Policy Studies, April, 2004.
- DOMINGUES, E. P.; HADDAD, E. A. Matriz Inter-regional de Insumo-produto Minas Gerais/Resto do Brasil: Estimacão e Extensão para Exportações. In: **X Seminário sobre a Economia Mineira**, 2002, Diamantina. Anais do X Seminário sobre a Economia Mineira, 2002.
- FLEGG, A. T.; MASTONARDI, L. J.; ROMERO C.A. Evaluating the FLQ and AFLQ formulae for estimating regional input coefficients: empirical evidence for the province of Córdoba, Argentina. **Economic Systems Research**. v. 18, n. 1, 21-37, 2016.
- FLEGG, A.T.; WEBBER, C.D.; ELLIOTT, M. V. On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. **Regional Studies**, 29, 547-561, 1995.

FONTELA, E. Leontief and the Future of the World Economy, in Erik Dietzenbacher and Michael Lahr (eds) **Wassily Leontief and Input-Output Economics**. Cambridge University, 2004.

FREITAS, F. (Coord.). Matriz de Capital. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 97 p. **Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”**, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. Disponível em: <http://www.projetopib.org/?p=documentos>. Acesso em 28 de agosto de 2016.

GESCHKE, A. HADJIKAKOU, M. Virtual Laboratories and MRIO Analysis – An Introduction. **Economic Systems Research**, v. 29 n. 2, 2017.

GOODWIN, R. M. The Multiplier as Matrix, **The Economic Journal**, vol. 59, no. 236, 1949.

GREYTAK, D. Regional Impact of Interregional Trade in Input-Output Analysis. **Papers of the Regional Science Association**, v. 25, 1970.

GUILHOTO, J. J. M. **Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos**. São Paulo: FEA-USP, disponível em: <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/32566/2/MPRA_paper_32566.pdf>, 2011. 64p.

GUILHOTO, J. J. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Linkages and Multipliers in a Multiregional Framework: Integration of Alternative Approaches. **Australasian Journal of Regional Studies**, Austrália, v. 11, n. 1, 2005.

GUILHOTO, J.J.M., AZZONI, C.R.; ICHIHARA, S.M.; KADOTA, D.K.; HADDAD, E.A. **Matriz de Insumo-Produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 289 p., 2010.

GUILHOTO, J.J.M., GONÇALVES JUNIOR, C.A.; VICENTIN, J. C.; IMORI, D.; USSAMI, K. A. **Construção da Matriz Inter-regional de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do TUPI**. NEREUS. São Paulo – SP. TD Nereus 03-2017. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=construcao-da-matriz-inter-regional-de-insumo-produto-para-o-brasil-uma-aplicacao-do-tupi>>. Acesso em 15/08/2017.

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**. UFPR/TECPAR. Ano 6, Vol 23, Out./Dez., 2010.

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

GUILHOTO, J.J.M.; SESSO FILHO, U.A. Análise da Estrutura Produtiva da Amazônia Brasileira. **Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Amazônia, v.1, n.1, 2005b.

GUILHOTO, J.J.M.; SIROEN, J.M. YUCER, A. **Internal and International Vertical Specialization of Brazilian States – An Input-Output Analysis**. 62° Annual Meeting of the French Economic Association. Aix-en-Provence, França, 2013.

HADDAD, E. A.. Interregional Computable General Equilibrium Models. In: M. Sonis; G. J. D. Hewings. (Org.). **Tool Kits in Regional Science: Theory, Models and Estimation**. Berlin: Springer, 2009.

HADDAD, E. A.; AZZONI, C.; DOMINGUES, E. P.; PEROBELLI, F. S. Macroeconomia dos Estados e Matriz Interestadual de Insumo-Produto. **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 6, n.4, p. 875-895, 2002.

HADDAD, E. A.; FARIA, W. R.; GALVIS-APONTE, L. A.; HAHN-DE-CASTRO, L. W. Interregional Input-Output Matriz for Colombia, 2012. **Borradores de Economia**, n. 923, Banco de La Republica, Bogotá, 2016.

HADDAD, E. A.; GONÇALVES JR, C. A. NASCIMENTO, T. O. **Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: Uma Aplicação do IIOAS**. NEREUS. São Paulo – SP. TD Nereus 02-2017. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/?p=5766>. Acesso em 12/07/2017.

HADDAD, E.A.; COTARELLI, N.; SIMONATO, T.C.; VALE, V.A.; VISENTIN, J. C. **The Grand Tour: Keynes and Goodwin go to Greece**. TD Nereus 05-2017. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=the-grand-tour-keynes-and-goodwin-go-to-greece>.

HADDAD, P. R.; FERREIRA, C. M. C.; BOISIER, S.; ANDRADE, T. A. **Economia Regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1989.

ICHIHARA, S. M. **O uso combinado dos modelos de insumo-produto e técnicas de geoprocessamento**. Tese (Doutorado em Ciências (Economia Aplicada) [Esa]) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Joaquim José Martins Guilhoto, 2008.

ICHIHARA, S. M.; GUILHOTO, J. J. M. . **Geoprocessing and Estimation of Interregional Input-Output Systems an Application to the State of Sao Paulo in Brazil**. In: European Regional Science Association, 2008, Liverpool. European Regional Science Association, 2008.

ISARD, W. Inter-regional and regional input-output analysis: a model of a space-economy. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 33, n.4, p. 319-328, Nov, 1951.

ISARD, W.; BRAMHALL, D.F. **Methods of inter-regional analysis**. Aldershot: Ashgate Publishing, 1998, 490p.

JACKSON R.; MURRAY, A. Alternative Input-Output Matrix Updating Formulations. **Economic Systems Research**, v. 16, n. 2, 2004.

JALILI, A. R. Comparison of Two Methods of Identifying Input-Output Coefficients of Exogenous Estimation. **Economic Systems Research**, v. 12, n. 1, 2000.

JENSEN, R.C. The Concept of Accuracy in Regional Input-Output Models. **International Regional Science Review**, v. 5, n. 2, 1980.

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, 2003.

KAPLAN, A. **A conduta na pesquisa: Metodologia para as Ciências do Comportamento**. São Paulo: Herder: Edusp, 1969.

KONIJN, P.; DE BOER, S.; VAN DALEN, J. **Material Flows and Input-output Analysis**. The Netherlands: Statistics Netherlands, 1995.

KOOPMANS, T. Activity Analysis and its Applications. **American Economic Review**, v. 43 (2), 1953.

KRONENBERG, T. Construction of Regional Input-Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling. **International Regional Science Review**, v. 32, 2009.

LAHR, M. L. A Strategy for Producing Hybrid Regional Input-Output Tables. In: LAHR, M. L. & DIETZENBACHER, E. (eds.) **Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions**. New York, Palgrave, 211-242, 2001.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. A. **Metodologia Científica**, 6. ed. São Paulo. Atlas, 2011.

LAMONICA, G. R.; CHELLI, F. M. The performance of non-survey techniques for constructing sub-territorial input-output tables. **Papers in Regional Science**, v. xx, n. xx, 2017.

LENNOX, J. A.; TURNER, G. M. Modelling Manufactured Capital Stocks and Material Flows in the Australian Stocks and Flow Framework. In: SUH, S. (org.). **Handbook of Input-Output Economics in Industrial Ecology**. University of Minnesota. Saint Paul, MN, Springer, 2009. p. 77-98.

LENZEN, M.; KANEMOTO, K.; MORAN, D.; GESCHKE, A. Mapping the Structure of the World Economy. **Environmental Science & Technology**. V. 46, 2012.

LENZEN, M.; MORAN, D.; KANEMOTO, K.; GESCHKE, A. Building Eora: a Global Multi-Region Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. **Economic Systems Research**, v. 25, n.1, 2013.

LEONTIEF, W, HOLLIS B; CHENERY, P; CLARK, P; DUESENBERY J; FERGUSON, A; GROSSE, R; HLZMAN, M; ISARD, W; KISTIN H. **Studies in the Structure of the American Economy**. White Plains, NY: International Arts and Science Press, 1953.

LEONTIEF, W. **Input-Output Economics**. Oxford University Press. 2nd Edition, New York, 1986.

LIPSCHUTZ, S. **Álgebra Linear: Teoria e Problemas**. Makron Books. 3^a Edição, São Paulo, 1994.

MACHLUP, F. **International trade and national income multiplier**. New York: AMK Reprints of Economic Classics, 1943.

MCDUGALL, R. Entropy and RAS are Friends. 2º Annual Conference on Global Economic Analysis. **GTAP Working Paper n.6**, 1999.

MENG, B.; ZHANG, Y.; INOMATA, S. Compilation and Applications of IDE-JETRO'S International Input-Output Tables. *Economic Systems Research*, v. 25, n. 1, 2013.

MILLER, R.E.; BLAIR, P.D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Prentice Hall Inc., New Jersey. 2009.

MIGUEZ, T.; FREITAS, F. N. P; SQUEFF, G. VASCONCELOS, L.; MORAES, T. Uma Proposta Metodológica para a Estimção da Matriz de Absorção de Investimentos (MAI) para o Período 200-2009. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, v. 47, 2017.

MÍNGUES, R.; OOSTERHAVEN, J. ESCOBEDO, F. Cell-corrected RAS Method (CRAS) for Updating of Regionalizing na Inpt-output Matrix. **Journal of Regional Science**, v. 49, n. 2, 2009.

MONTOYA, M. A. **Análise insumo-produto internacional no Mercosul**: desenvolvimento econômico regional e interdependência estrutural. 1. ed. Passo Fundo - RS: ediupf, v. 1. 208p, 1999.

MOSES, L. The stability of interregional trading patterns and input-output analysis. **American Economic Review**, v. 45, 1955.

OOSTERHAVEN, J. Spatial interpolation and disaggregation of multipliers. **Geographical Analysis**, 2005.

OWEN, A. **Techniques for Evaluating the Differences in Multiregional Input-Output Databases**: A Comparative Evaluation of CO2 Consumption-Based Accounts Calculated Using Eora, GTAP and WIOD. Springer International Publishing, 2017.

OWEN, A; STEEN-OLSEN, K.; BARRETT, J; WIEDMANN, T; LENZEN, M, A Structural Decomposition Approach to Comparing MRIO Databases. **Economic Systems Research**, v. 26, n. 3, 2014.

POLENSKE, K. R. An Empirical test of inter-regional input-output models: estimation of 1963 Japanese production. **The American Economic Review**, vol. 60, n. 2, 1970.

PORSSE, A. A. ; HADDAD, E. A.; PONTUAL, E. **Estimando uma Matriz de Insumo-Produto Inter-regional Rio Grande do Sul-Restante do Brasil**. In: VI Encontro de Economia Região Sul, 2003, Curitiba. Anpec Sul 2003, 2003.

RICHARDSON H. W. **Insumo-produto e economia regional**. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1978.

RIDDINGTON, G.; GIBSON, H.; ANDERSON, J. Comparison of Gravity Model, Survey and Location Quotient-based Local Area Tables and Multipliers. **Regional Studies**. Vol 40.9, pp 1069-1081, December 2006.

ROUND, J. I. Nonsurvey Techniques: A Critical Review of the Theory and the Evidence. **International Regional Science Review**. Vol 8, 3 pp 189-212, December, 1983.

SANÉN, N. E. A.; GAMBOA, J. M. S. A Metodological proposal for the construction of a regional input-output matrix using a bottom-up approach and its statistical assessment. **Investigación Económica**, v. LXXV, n. 298, 2016.

SARGENTO, A. L. M. **Regional input-output tables and models: interregional trade estimation and input-output modeling based on total use rectangular tables**, PhD Dissertation in Economics, Faculty of Economics – University of Coimbra. Coimbra, 2009.

SARGENTO, A. L. M., RAMOS, P. N., HEWINGS, G. J. D. Inter-regional trade flow estimation through non-survey models: an empirical assessment. **Economic Systems Research**, v. 24, n. 2, 2012

STADLER, K; STEEN-OLSEN, K; WOOD, R. The “Rest of the World” – Estimating the Economic Structure of Missing Regions in Global Multi-Regional Input-Output Tables. **Economic Systems Research**, v. 26, n. 3, 2014.

STEEN-OLSEN, K; OWEN, A, HERTWICH, E. G.; LENSEN, M. Effects of Sector Aggregation on CO2 Multipliers in Multiregional Input-Output Analyses. **Economic Systems Research**, v. 26, n. 3, 2014.

TEMURSHOEV, U.; WEBB C.; YAMANO, N. Projection of Supply and Sue Tables: Methods and Their Empirical Assessment. **Economic Sitems Research**, v. 23, n. 1, 2011.

TEMURSHOEV, U; TIMMER, M.P. Joint Estimation of Supply and Use Tables. **Papers in Regional Science**, 90, 2011.

TIMMER, M.P.; LOS, B. STEHRER, R.; YRIES, G. J. Na Anatomy of the Global Tradee Slowdown based on the WIOD 2016 Release. **GGDC Research Memorandum 162**. < <http://www.wiod.org/release16>> acesso em 30 de novembro de 2016.

TOBBEN, J.; KRONENBERG, T. Construction of Multi-Regional Input-Output Tables Using the CHARM Method. **Economic Systems Research**. v. 27, n. 4, p. 487-507, 2015.

TUKKER, A.; DIETZENBACHER, E. Global Multiregional Input-Output Framewrks: An Introduction and Outlook. **Economic Systems Research**, v. 25 n. 1, 2013.

TUKKER, A.; POLIAKOV, E.; HEIJUNGS, R.; HAWKINS, T.; NEUWAHL, F.; RUEDA-CANTUCHE, J.M.; GILJUM, S.; GILJUM, S.; MOLL, S.; OOSTERHAVEN J.; BOUWMEEESTER, M. Towards a Global Multi-Regional Environmentally Extended Input-Output Database. **Ecological Economics**, 68, 2009.

WIEBE, K. S.; LENSEN, M. To RAS or not to RAS? What is the difference in outcomes in multi-regional input-output models. **Economic Systems Research**, v, 28, n. 3, 2016.

WILSON, A.G. **Entropy in urban and regional modeling**. Londres : Pin Limited, 166p, 1970.

WONNACOTT, R. **Canadian American Dependence: An Interindustry Analysis of Production and Prices**. Amsterdam: North Holland, 1961.

YAMANO, N. **Development of Global Inter-Country Inter-Industry System for Varios Policy Perspectives**. Phd Dissertation in Urban and Regional Planning. University of Illinois. Urbana-Champaign, 2017.

ZHANG, Z.; SHI, M.; ZHAO, Z. The Compilation of China's Interregional Input-Output Model 2002. **Economic Systems Research**. v. 27; n.2, p. 238-256, 2015.