

KAIO GLAUBER VITAL DA COSTA

**ENTRE SIMILARIDADES E DIFERENÇAS NOS PADRÕES DE COMÉRCIO
EXTERIOR E DE ESTRUTURA PRODUTIVA DO BRASIL E DO MÉXICO:
UMA ANÁLISE MULTISSETORIAL A PARTIR DE MATRIZES DE INSUMO-
PRODUTO**

Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Marta dos Reis Castilho

Co-orientador:

Prof. Dr. Martín Puchet Anyul

**Rio de Janeiro
Março/2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

C837 Costa, Kaio Glauber Vital da.

Entre similaridades e diferenças nos padrões de comércio exterior e de estrutura produtiva do Brasil e do México: uma análise a partir de matrizes de insumo-produto / Kaio Glauber Vital da Costa. – 2017.

244 p. ; 31 cm.

Orientadora: Marta dos Reis Castilho.

Coorientador: Martín Puchet Anyul.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e da Tecnologia, 2017.

Bibliografia: f. 224 – 237.

1. Comércio Internacional. 2. Análise de insumo-produto. 3. Cadeias globais de valor. I. Castilho, Marta dos Reis, orient. II. Anyul, Martín Puchet, coorient. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. IV. Título.

CDD 343.087

KAIO GLAUBER VITAL DA COSTA

**ENTRE SIMILARIDADES E DIFERENÇAS NOS PADRÕES DE COMÉRCIO
EXTERIOR E DE ESTRUTURA PRODUTIVA DO BRASIL E DO MÉXICO:
UMA ANÁLISE MULTISSETORIAL A PARTIR DE MATRIZES DE INSUMO-
PRODUTO**

Tese apresentada ao programa de pós-graduação em
Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro,
como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em
Economia.

Aprovada em 19, maio de 2017.

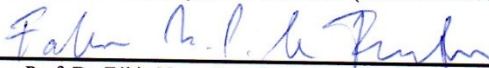
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marta dos Reis Castilho – Orientadora (IE/UFRJ)



Prof. Dr. Martín Puchet Anyul - Co-orientador (UNAM-México)



Prof. Dr. Fábio Neves Peracio Freitas (IE/UFRJ)



Prof. Dr. Numa Mazat (IE/UFRJ)



Prof. Dr. Gustavo de Brito Rocha (CEDEPLAR-UFMG)



Prof. Dr. Fernando Sarti (UNICAMP)

À minha mãe, Celia, fonte de inspiração,
de força e de alegria para o começo e a
continuidade dessa jornada.

À minha esposa, Janaine Aires, pelo
amor, pelo carinho, pela compreensão e
por tantas horas de conversas tecendo
nossa relação.

Têm todos, como eu, o futuro no
passado.

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A parte mais difícil da tese é esta, os agradecimentos. Primeiro, porque inevitavelmente esquecemos de pessoas que foram extremamente importantes para a realização desta tese. Segundo, o espaço que dedicamos às pessoas que lembramos é extremamente curto, tendo em vista a importância que adquiriram na minha formação pessoal e profissional. A função da memória é justamente essa, gravar, ainda que incoscientemente, aquelas pessoas que por ora foram esquecidas ou guardar aquilo que não foi dito. Aos que foram lembrados, mas também aos esquecidos por um ato falho da memória, dedico estas breves palavras de agradecimento:

À minha orientadora, Marta dos Reis Castilho, pela dedicação e pela confiança em abrir várias portas do mundo acadêmico e profissional, por estar sempre de prontidão em ajudar nos momentos mais difíceis e aberta ao diálogo; a Marta foi a pessoa que mais me encorajou a fazer o doutorado-sanduíche, um período inesquecível em minha formação acadêmica e como pessoa.

Ao meu co-orientador, Martín Anyul Puchet, pela incrível recepção e atenção dedicada no brevíssimo período de estadia na Cidade do México, por todos os ensinamentos que seguramente estão *más allá* do puramente acadêmico; as suas aulas de metodologia e os debates que se seguiram com o seu grupo de alunos também foram fundamentais para a abertura do admirável mundo novo das matrizes de insumo-produto.

À Eduardo Moreno, Cristina Vazquez e Valéria Vazquez por abrirem as portas de suas casas, assim como de suas famílias, e pela extrema dedicação e carinho no período de estadia na Cidade do México; aos três devo inúmeras horas de alegria e contentamento, do ensinamento de um novo idioma e de suas peculiaridades, mas principalmente o saber receber bem e com um extremo carinho.

À Júlia Torracca, com quem compartilhei a maior parte das dúvidas e angústias desta tese, além de inúmeras conversas entre um café e outro sobre os descaminhos do país; ela foi uma das pessoas que mesmo longe me ajudou no período fora do Brasil, com seus conselhos sempre sinceros e atenciosos; e, por último, claro, por me receber no GIC, um local muito importante na minha formação acadêmica.

À Thelma e Carol, por serem sempre muito atenciosas e pacientes nas dúvidas relativas a uma variedade de coisas relativas ao GIC, assim como de discussões políticas.

Ao corpo docente do Instituto de Economia, principalmente os professores com quem tive contato quase diário: Fábio Freitas, pelas rápidas discussões dentro do mundo das matrizes de insumo-produto; Carlos Pinkusfeld, por participar da banca de projeto de tese, pela sempre alegre presença no GIC e pela disposição em discutir temas dos mais variados âmbitos; David Kupfer, pelas aulas e debates sobre a economia brasileira, além do convite para ministrar uma aula sobre a economia mexicana; Marta Calmon, pela oportunidade em ser seu tutor na disciplina de Economi internacional para os alunos da graduação; Camila Pires-Alves, pela atenção e rápidas conversas sobre a tese.

À Pablo Ruiz-Nápoles e Valentín Solís Arias, pela atenção e pelos ensinamentos dedicados no período do doutorado-sanduíche; guardo com imenso carinho cada discussão que tivemos sobre os mais diversos tipos de assuntos.

Aos meus amigos Jefferson Galleti, Antônio Albano Freitas, Felipe Amaral, Patieene Alves, Leonardo Cardoso, Cleiton Silva, Francisco Lira, Patrick Fontaine e João Marcos, pelo convívio, discussões e trocas de aprendizado.

À Virgínia de Oliveira Silva e Luar Almeida, pela incrível recepção no Rio de Janeiro, pela amizade, cuidado e carinho nos momentos mais turbulentos desse curto período na cidade.

À CAPES pelas bolsas de estudo (iniciação científica, mestrado e doutorado) e ao projeto NoPoor, especialmente ao professor João Sabóia, pelo importante financiamento no momento de minha chegada ao Brasil e por abrir mais uma porta para estudos futuros sobre a economia brasileira. Espero poder retribuir à sociedade brasileira todo esse longo período de investimento.

Novamente, à minha esposa, Janaine Aires, pelo seu amor e por sempre fazer acreditar em nossos sonhos, ainda que pareçam relativamente difíceis. Na verdade, ela é uma criadora e realizadora de sonhos, desde o começo, em nossas graduações, na Universidade Federal da Paraíba, passando pelo tempo frio e nebuloso da estadia em Curitiba, até esse maravilhoso período no Rio de Janeiro/Cidade do México. Tenho certeza de que sem ela essa tese não existiria.

RESUMO

Até o início da década de 1980, o Brasil e o México seguiram um modelo similar de desenvolvimento econômico, centrado na industrialização por substituição de importações. Embora existam especificidades a cada país, principalmente pelo lado da inserção comercial, o fato é que ambos os países chegaram à década de 1980 com níveis relativamente avançados de industrialização. A partir da crise da dívida externa de 1982 e ao longo da década de 1990 e dos anos 2000 houve uma brusca mudança em suas estratégias de desenvolvimento. Esta tese buscou compreender como essas mudanças nas estratégias de desenvolvimento afetaram a co-evolução entre comércio exterior e estrutura produtiva dos dois países, levando em consideração a participação desses países nas cadeias globais (e regionais) de valor. Buscou-se também contribuir para esta literatura a partir da exposição de um índice de complexidade estrutural, de modo a verificarmos empiricamente como evoluiu o grau de articulação entre os setores, diante das modificações ocorridas nos padrões de comércio de ambos os países. Para tanto, utilizou-se a metodologia da teoria dos grafos e o instrumental típico das análises de insumo-produto, a partir das matrizes disponibilizadas pelo IBGE (Brasil, 1980) e INEGI (México, 1980), além das matrizes mundiais do *World Inout-Output Database* (WIOD) para o período 1995-2011. As duas hipóteses avançadas foram: i) em que pesem as diferenças em seus padrões de especialização comercial, estes não possibilitaram a emergência de processos de transformação estrutural e ii) a maior dependência em relação aos insumos importados implicou, por um lado, em uma diminuição na complexidade estrutural, mas, por outro lado, não modificou o padrão de articulação entre os setores. Os resultados mostraram que os padrões divergentes de especialização comercial não foram capazes de alterar significativamente nem os pesos relativos dos setores no valor adicionado nem a forma de articulação entre os setores. Ou seja, esses dois diferentes padrões de especialização comercial não foram capazes de alterar o núcleo de setores mais importantes de ambas as economias. Em que pesem os diferentes padrões de especialização comercial, um resultado comum a ambos os países foi a perda de complexidade em suas estruturas produtivas.

Palavras-chave: Matriz de insumo-produto, comércio internacional, fragmentação produtiva, Cadeias Globais de Valor, estrutura produtiva.

ABSTRACT

Since the 80s, Brazil and Mexico followed a similar pattern of economic development, centered on import substitution industrialization. Although there are specificities in each country, mainly on the external insertion side, the fact is that both countries reached the 80s with relatively advanced levels of industrialization. From the 1982 foreign debt crisis and throughout the 90s and the 2000s there was a sharp shift in development strategies. This thesis sought to understand how these changes in development strategies affected the relationship between foreign trade and the productive structure of Brazil and Mexico, especially in relation to the insertion of the countries in global / regional networks of value and production. It was also tried to advance in the construction of an index of structural complexity, in order to verify empirically how they evolved the degree of articulation of the sectors, given the transformations coming from foreign trade. For that, the methodology of graph theory and the typical instrument of input-output analysis were used, based on the matrices made available by IBGE (Brazil, 1980) and INEGI (Mexico, 1980), as well as WIOD's worldwide headquarters for the period 1995-2011. The two hypotheses advanced were: (i) the foreign trade of both countries did not allow the emergence of structural transformation processes; and (ii) the greater dependence on imported inputs entailed, on the one hand, a loss of structural complexity, but, on the one hand, On the other hand, it did not change the core of the most important sectors of the two economies. The results showed that the main effect of the transformations coming from foreign trade was a lesser weight of the circular circuits or of a lower complexity. Another important result was to show the existence of a broad invariant core of sectors that do not modify their locations among the key, driving, independent and strategic sectors. These results point out that the commercial opening (and the industrial restructuring that followed it) and the insertions in value and production networks were not able to change the core of the most important sectors inherited from the period of import substitution industrialization.

Keywords: Input-output matrix, international trade, Productive fragmentation, Global Value Chains, productive structure.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Mercosul – Mercosul Comum do Sul
TLCAN - Tratado de Libre Comercio de América del Norte
WIOD - World Input-Output Database
GHP - Grafos hamiltonianos parciais
PIB - Produto Interno Bruto
MEH - Método de extração hipotética
CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPD – Índice de Poder de Dispersão
ISD – Índice de Sensibilidade de Dispersão
IGC – Índice Global de Circularidade
IS – Índice de Similaridade
ISI – Industrialização por Substituição de Importações
INEGI - Instituto Nacional de Estadística y Geografía
BR – Brasil
MX – México
FOMEX - Fondo para el Fomento de las exportaciones de Productos manufacturados
FONEI - Fondo de Equipamiento Industrial
PITEX – Programa temporal para producir artículos de exportación
PROFIEX – Programas de Fomento Integral a las Exportaciones
IMMEX - Programa de la industria manufacturera, maquiladora y de servicios de exportación
ALTEX - Programa de Empresas Altamente Exportadoras
SCN – Sistema de Contas Nacionais
EV – Especialização Vertical
CI_D – Consumo Intermediário Doméstico
CI_M – Consumo Intermediário Importado
Nec – Não especificada
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
BL_GVC – Backward linkages nas Cadeias Globais de Valor
FL_GVC – Forward linkages nas Cadeias Globais de Valor
GATT – Acordo Geral de Tarifas e Comércio
ETNs – Empresas Transnacionais
UNCTAD – United Nation Conference on Trade and Development
CUCI – Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional
SH – Sistema Harmonizado
II PND – Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento
S.I.U.P - Serviços industriais de utilidade pública

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Indicadores estruturais vistos a partir de grafos não ponderados | 40 |
| Figura 2 - Grafo visto a partir do coeficiente técnico | 42 |
| Figura 3 - Grafo visto a partir do coeficiente de distribuição | 42 |
| Figura 4 - Grafo visto a partir do coeficiente de distribuição | 45 |
| Figura 5 - Grafo da influência total | 48 |
| Figura 6 - Grafos hamiltonianos parciais..... | 51 |
| Figura 7 - Grafos hamiltonianos parciais..... | 52 |
| Figura 8 - Representação de estruturas autárquicas em forma de grafos | 57 |
| Figura 9 - Estrutura autárquica e o efeito de retardo..... | 59 |
| Figura 10 - Representação de uma estrutura circular através de um grafo..... | 62 |
| Figura 11 - Adição de um circuito curto em uma estrutura circular | 63 |
| Figura 12 - Representação de uma estrutura circular sem autarquias | 64 |
| Figura 13 - Grafo representando uma estrutura de trocas com dois polos | 65 |
| Figura 14 - Grafo representando uma estrutura de trocas triangular | 67 |
| Figura 15 - Grafo de uma estrutura de trocas com três setores | 69 |
| Figura 16 - Sub-grafo de uma estrutura de trocas com dois setores..... | 69 |
| Figura 17 - Grafos das estruturas produtivas e de suas redes de influências diretas e indiretas - Brasil (1995 e 2011)..... | 179 |
| Figura 18 - Grafos das estruturas produtivas e de suas redes de influências diretas e indiretas - México (1995 e 2011) | 180 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 - Renda per capita do Brasil e do México e seus percentuais em relação à renda per capita dos Estados Unidos – 1980-1993 | 83 |
| Gráfico 2 - Valor adicionado setorial - Brasil (1980-1993) | 84 |
| Gráfico 3 - Valor adicionado setorial - México (1980-1993) | 85 |
| Gráfico 4 - Participação do emprego setorial no emprego total, Brasil e México (1980-1993) .. | 86 |
| Gráfico 5 - Exportações e importações como porcentagem do PIB, México (1970-1993) | 87 |
| Gráfico 6 - Exportações e importações como porcentagem do PIB, Brasil (1970-1993) | 88 |
| Gráfico 7 - Taxa de crescimento anual das exportações do Brasil e do México (1981-1993) | 89 |
| Gráfico 8 - Taxa de crescimento anual das importações do Brasil e do México (1981-1993) | 90 |
| Gráfico 9 - Saldo em Conta Corrente como proporção do PIB, Brasil e México (Em %) | 91 |
| Gráfico 10 - Índice de similaridade a partir da matriz dos coeficientes técnicos totais – Brasil e México, 1980 | 106 |
| Gráfico 11 - Índice de similaridade a partir da matriz dos coeficientes técnicos domésticos – Brasil e México, 1980 | 107 |
| Gráfico 12 - Composição do consumo intermediário em doméstico e importado, segundo o setor – Brasil, 1980 | 108 |
| Gráfico 13 - Composição do consumo intermediário em doméstico e importado, segundo o setor – México, 1980 | 109 |
| Gráfico 14 - Coeficiente de exportação – Brasil e México, 1980 | 110 |
| Gráfico 15 - Índice de penetração das importações, por setor – Brasil e México, 1980 | 112 |
| Gráfico 16 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão – Brasil, 1980 | 116 |
| Gráfico 17 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão – México, 1980 | 120 |
| Gráfico 18 - Hierarquia setorial a partir dos subdeterminantes da matriz (I-A) – Brasil, 1980 .. | 129 |
| Gráfico 19 - Índice de poder de dispersão, índice de sensibilidade da dispersão e subdeterminantes da matriz (I-A) – Brasil, 1980 | 131 |
| Gráfico 20 - Hierarquia setorial a partir dos subdeterminantes da matriz (I-A) – México, 1980 | 135 |
| Gráfico 21 - Índice de poder de dispersão, índice de sensibilidade da dispersão e subdeterminantes da matriz (I-A) – México, 1980 | 136 |
| Gráfico 22 - Renda per capita do Brasil e do México e seus percentuais em relação à renda per capita dos Estados Unidos – 1994-2011 | 143 |
| Gráfico 23 - Valor adicionado setorial (Em % do total), Brasil e México (1994-2011) | 144 |
| Gráfico 24 - Participação do emprego setorial no emprego total, Brasil e México (1994-2011) | 145 |
| Gráfico 25 - Participação das manufaturas no valor adicionado total, Brasil e México (1950-2011) | 146 |
| Gráfico 26 - Participação das manufaturas no emprego total, economias em desenvolvimento (1970-2012) | 148 |
| Gráfico 27 - Participação das manufaturas no emprego total, economias desenvolvidas (1970-2012) | 148 |
| Gráfico 28 - Participação das exportações e das importações no PIB, Brasil e México (1994-2011) | 149 |
| Gráfico 29 - Taxas de crescimento anuais das exportações e das importações (%), Brasil e México (1994-2011) | 151 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 30 - Índice setorial de similaridade – 1995..... | 164 |
| Gráfico 31 - Índice setorial de similaridade - 1995 | 164 |
| Gráfico 32 - Coeficiente de importação, segundo o setor - Brasil | 170 |
| Gráfico 33 - Coeficiente de importação, segundo o setor - México..... | 170 |
| Gráfico 34 - Taxa de câmbio real efetiva mensal, Brasil e México (1994-2011)..... | 173 |
| Gráfico 35 - Variação anual do PIB e das importações (1996-2011), Brasil - (Em %)..... | 174 |
| Gráfico 36 - Variação anual do PIB e das importações (1996-2011), México - (Em %)..... | 175 |
| Gráfico 37 - Índice global de circularidade – Brasil e México (1995-2011)..... | 183 |
| Gráfico 38 - Indicadores estruturais para o Brasil (1995-2011)..... | 186 |
| Gráfico 39 - Indicadores estruturais para o México (1995-2011)..... | 186 |
| Gráfico 40 - Conteúdo importado contido nas exportações, países selecionados – (em % do total exportado) | 188 |
| Gráfico 41 - Índice global de circularidade e especialização vertical, 2011 | 189 |
| Gráfico 42 - Agrupamento dos países segundo a similaridade entre os índices de especialização vertical e circularidade global, 2011 | 191 |
| Gráfico 43 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão, Brasil (1995-2011) | 199 |
| Gráfico 44 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão, México (1995-2011) | 200 |
| Gráfico 45 - Índice de poder de dispersão e backward linkages nas redes globais de produção e de valor, Brasil (2011)..... | 204 |
| Gráfico 46 - Índice de sensibilidade de dispersão e forward linkages nas redes globais de produção e de valor, Brasil (2011) | 204 |
| Gráfico 47 - Índice de poder de dispersão e backward linkages nas redes globais de produção e de valor, México (2011)..... | 205 |
| Gráfico 48 - Índice de sensibilidade de dispersão e forward linkages nas redes globais de produção e de valor, México (2011)..... | 205 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Matriz de trocas entre os setores..... | 30 |
| Tabela 2 - Exportação dos 10 principais produtos - México (Em % do total exportado)..... | 92 |
| Tabela 3 - Exportação dos 10 principais produtos - Brasil (Em % do total exportado) | 93 |
| Tabela 4 - Participação do consumo importado no consumo total (em %), segundo o setor - Brasil (1980-1993) | 114 |
| Tabela 5 - Tipologia dos setores da economia brasileira, 1980 | 118 |
| Tabela 6 - Tipologia dos setores da economia mexicana, 1980 | 121 |
| Tabela 7 - Determinante e índice de circularidade global – Brasil e México, 1980..... | 123 |
| Tabela 8 - Indicadores estruturais – Brasil, 1980 | 126 |
| Tabela 9 - Taxa de interdependência e dependência sem os auto-consumos setoriais – Brasil, 1980 | 128 |
| Tabela 10 - Índice de correlação de Spearman – Brasil, 1980 | 132 |
| Tabela 11 - Indicadores estruturais – México, 1980 | 133 |
| Tabela 12 - Taxa de interdependência e dependência sem os auto-consumos – México, 1980 | 134 |
| Tabela 13 - Principais produtos exportados e importados pelo Brasil (em % do total exportado) - 1994, 2004 e 2011 | 153 |
| Tabela 14 - Principais produtos exportados e importados pelo México (em % do total exportado) - 1994, 2004 e 2011..... | 154 |
| Tabela 15 - Valor adicionado estrangeiro nas exportações do Brasil e do México para setores selecionados (1995, 2005 e 2011) | 155 |
| Tabela 16 - Índice de similaridade entre as matrizes doméstica e total do Brasil e do México. | 163 |
| Tabela 17 - Participação do consumo intermediário doméstico e importado no total, segundo o setor – Brasil e México (1995, 2005 e 2011, em % do total)..... | 167 |
| Tabela 18 - Contribuição na variação das importações totais, segundo o setor (em %) - Brasil e México | 177 |
| Tabela 19 - Contribuição na variação das exportações totais, segundo o setor (em %) - Brasil e México | 177 |
| Tabela 20 - Diâmetro e distância dos grafos do Brasil e do México - 1995 e 2011 | 181 |
| Tabela 21 - Valor adicionado importado contido nas exportações do Brasil e do México - (Em % do total exportado)..... | 193 |
| Tabela 22 - Valor adicionado doméstico nas exportações de produtos intermediários (Em % total exportado) - Brasil e México | 195 |
| Tabela 23 - Tipologia dos setores da economia brasileira - 1995 e 2011 | 199 |
| Tabela 24 - Tipologia dos setores da economia mexicana - 1995 e 2011 | 200 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| INTRODUÇÃO | 18 |
| Capítulo 1 – ANÁLISE ESTRUTURAL DA RELAÇÃO ENTRE COMÉRCIO EXTERIOR E ESTRUTURA PRODUTIVA: A CIRCULARIDADE COMO UM ASPECTO PARTICULAR DA COMPLEXIDADE DA ESTRUTURA PRODUTIVA | 23 |
| Introdução | 23 |
| 1.1 Mudança estrutural e comércio exterior: definições e breve revisão teórica | 24 |
| 1.2 A complexidade estrutural analisada a partir dos determinantes das matrizes de insumo produto | 29 |
| 1.3 Uma aproximação entre a teoria dos grafos de influência e as matrizes de insumo-produto 41 | |
| 1.4 Conclusões | 77 |
| Capítulo 2 – DO FIM DO PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO DE IMPORTAÇÕES À ABERTURA COMERCIAL: COMÉRCIO EXTERIOR E ESTRUTURA PRODUTIVA NA DÉCADA DE 1980 | 79 |
| Introdução | 79 |
| 2.1 Mudança das estratégias de desenvolvimento Brasil e do México em meio a um contexto macroeconômico turbulento | 80 |
| 2.2 Grau de similaridade, composição do produto, encadeamentos e índice de circularidade estrutural: aspectos metodológicos | 94 |
| 2.3 A similaridade das duas economias como resultado de similares estratégias de desenvolvimento | 104 |
| 2.4 Conclusões | 138 |
| Capítulo 3 – DO PROCESSO DE ABERTURA COMERCIAL À INTEGRAÇÃO NAS REDES DE PRODUÇÃO E VALOR: DIFERENÇAS E SIMILARIDADES NAS ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DO BRASIL E DO MÉXICO | 141 |
| Introdução | 141 |
| 3.1 Da abertura comercial à integração nas cadeias globais de valor: evolução das economias brasileira e mexicana | 142 |
| 3.2 Índice global de circularidade, indicadores de comércio exterior e especialização vertical: aspectos metodológicos | 156 |
| 3.3 A evolução do índice de similaridade e do comércio exterior na era dos processos produtivos fragmentados | 160 |
| 3.3 A complexidade estrutural sob o signo da fragmentação produtiva: uma análise dos impactos das redes globais/regionais de produção na articulação inter-setorial | 178 |
| 3.4 Conclusões | 207 |
| CONCLUSÃO | 210 |
| REFERÊNCIAS | 224 |

INTRODUÇÃO

Ao longo da década de 1980 os países da América Latina enfrentaram graves problemas em suas condições macroeconômicas: acelerado endividamento externo, crescimento da taxa de inflação, desemprego, instabilidade cambial, ampliação dos déficits fiscais, entre outros problemas. Esse conjunto de problemas macroeconômicos deteriorou rapidamente a estrutura produtiva interna, construída durante o período de industrialização por substituição de importações (ISI), e limitou os graus de liberdade dos governos da região na aplicação de políticas econômicas. Entre as décadas de 1980 e 1990 os países da região adotam novas estratégias de desenvolvimento¹, abandonando o modelo de industrialização por substituição de importações e iniciando uma rápida e unilateral abertura comercial². A consequência imediata desse amplo processo de reformas macroeconômicas, entre as quais está a assinatura de acordos comerciais como o Mercado Comum do Sul (Mercosul) e o *Tratado de Libre Comercio de América del Norte* (TLCAN), foi uma maior abertura comercial em vários setores dessas economias, determinando processos de reestruturações industriais através de modernizações nas linhas de produção.

Nesse mesmo período, impulsionada pela interação de diversas transformações ocorridas entre as décadas de 1980 e 1990³, a fragmentação e a dispersão geográfica dos processos produtivos conectaram países em distintos estágios de desenvolvimento. Esses dois fenômenos impulsionaram um intrincado arcabouço relacional no qual comércio internacional, serviços de suporte às atividades centrais das empresas (“*core*

¹ Segundo Haggard (1992), uma estratégia de desenvolvimento pode ser definida como um conjunto de políticas econômicas elaboradas com um propósito. Tais estratégias emergem como um resultado das condições políticas e econômicas existentes no país e refletem particulares condições sociais e políticas prevalentes no momento da formulação das políticas.

² Os processos de abertura comercial do Brasil e do México diferem em termos de intensidade e do ano no qual foram adotadas as primeiras medidas de liberalização comercial. O começo do processo de liberalização comercial do México pode ser datado a partir da adesão do país ao Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT), em 1987, embora a adesão implicasse em medidas prévias de ajuste à entrada no GATT. Já no caso do Brasil, como apontam Kume (1996) e Kupfer et al. (2013), o processo de liberalização comercial começou em 1988, com a eliminação de barreiras tarifárias e não-tarifárias aplicadas às importações.

³ A abertura comercial da China, particularmente a sua entrada na Organização Mundial do Comércio (OMC), em 2001, e a dissolução da URSS, no começo da década de 1990, adicionaram milhões de pessoas ao mercado de trabalho, com salários relativamente menores em comparação aos países desenvolvidos. Isto coincidiu com a adoção de medidas de liberalização comercial na forma de acordos bilaterais e regionais, como o *Tratado de libre comercio de América del Norte*, *Mercado comun del Sur* e ASEAN, por exemplo. Além disso, os avanços nas tecnologias da informação e da comunicação (TICs) resultaram em uma diminuição nos custos de coordenação e de transporte. Como resultado desses desenvolvimentos, o comércio em insumos intermediários cresce a taxas superiores ao comércio de bens e serviços finais (Boddin, 2016).

competences”) e investimento direto estrangeiro (IDE) são atualmente em grande parte indissociáveis. O processo de fragmentação produtiva supõe que as indústrias atravessem vários países e disseminem tarefas e sub-processos nos distintos países. Estas transformações no comércio internacional impõem compreender as transações interindustriais como um conjunto de fluxos que se dividem em segmentos situados em diversos países. Nesse contexto, não apenas a produção voltada ao mercado doméstico requer uma proporção cada vez maior de insumos importados, mas também o conteúdo importado das exportações aumentou ao longo das últimas décadas.

Baldwin (2011) enquadra as grandes transformações ocorridas no comércio internacional desde meados da década de 1980 como uma sequência de desagregações (*unbundlings*). Até o final do século XIX, as fábricas tinham estruturas de produção verticalmente integradas, nas quais partes e componentes eram produzidas sequencialmente ou em diferentes locais contíguos localizados próximo aos consumidores finais. Ao longo do século XX, a desagregação espacial da produção e as modificações nos padrões de consumo (a primeira desagregação) foram possíveis devido à redução nos custos do transporte, originado pela energia a vapor. Embora a produção já apresentasse algum grau de dispersão geográfica, ainda estava localmente agrupada para minimizar os custos de coordenação. Este paradigma foi substituído pela rede internacional de fornecedores mundiais, que se especializam em fases específicas do processo de produção e estão localizados em diferentes países dispersos geograficamente. A desagregação espacial da produção em estágios previamente agrupados em fábricas (a segunda desagregação) foi beneficiada por uma queda acentuada dos custos de comunicação e coordenação, mudando profundamente a natureza do comércio internacional.

É dentro desse amplo contexto de mudanças nos padrões de comércio internacional e de internacionalização da produção que estão inseridas as duas maiores economias da América Latina, o Brasil e o México. Esses dois países seguiram estratégias de desenvolvimento, baseadas na ISI, alcançando níveis relativamente similares de industrialização (Aroche, 1993). Contudo, a partir da crise da dívida externa, em 1982, ambos os países adotam diferentes estratégias desenvolvimento. Essa divergência nas estratégias de desenvolvimento tomou a forma em diferentes padrões de comércio exterior, principalmente do ponto de vista das exportações, e estruturas produtivas com uma maior participação dos insumos intermediários importados.

Os processos de abertura comercial pelos quais passaram o Brasil e o México entre as décadas de 1980 e 1990 resultaram em dois padrões distintos de especialização comercial. De um lado, o Brasil e os demais países da América do Sul especializados na exportação de produtos baseados em recursos naturais, enquanto, por outro lado, o México com um padrão exportador centrado nas *maquilas* industriais destinadas em grande parte aos Estados Unidos (Katz, 2000). Além desse efeito pelo lado das exportações, a abertura comercial provocou movimentos de reestruturações industriais em ambos os países, que se refletiram em uma maior dependência em relação aos insumos intermediários importados em quase todos os setores dos dois países. O aumento de partes, peças e componentes estaria relacionado às estratégias defensivas das empresas nacionais frente à concorrência estrangeira e à utilização da rede de fornecedores estrangeiros pelas empresas transnacionais (ETNs) (Kupfer, 2005; Fujii e Cervantes, 2013).

Como um componente da demanda agregada, o setor externo possui dois canais básicos por meio dos quais afetam a estrutura interna da economia: i) por conta de seus encadeamentos com a estrutura produtiva e ii) por meio de seus padrões de especialização comercial. Esses dois canais estão intimamente relacionados, uma vez que os encadeamentos gerados e/ou perdidos pelas exportações e importações, em termos de emprego e renda, por exemplo, dependem do padrão de especialização prevalente nas economias. Nesse sentido, mais importante do que estabelecer uma relação causal entre padrões de comércio exterior e estrutura produtiva é analisar a co-evolução dessas dimensões a partir de duas economias relativamente similares em termos de desenvolvimento econômico⁴. Então, o presente estudo procura analisar os efeitos de retroalimentação entre padrões de inserção comercial e estrutura produtiva.

A maior dependência das respectivas estruturas produtivas em relação aos insumos importados é apontada como uma das principais para a perda de elos nas cadeias produtivas. Essa perda de elos significa que uma parte crescente dos circuitos de demanda intermediária, anteriormente atendidas pelos produtores nacionais, passa a ser suprida por fornecedores estrangeiros. O resultado desse processo de substituição de produtores nacionais por estrangeiros seria a redução na complexidade das estruturas

⁴ De acordo com o Banco Mundial, em 2011 o PIB per capita, medido em poder de paridade de compra, do Brasil era de aproximadamente \$ 14.800 e o do México era de \$15.700, ambos os países classificados como de renda média alta.

produtivas nacionais ou complexidade estrutural (Coutinho, 1997; Britto, 2002; Moreno-Brid e Ros, 2010; Puchet e Solís, 2013).

Em termos gerais, a redução na complexidade estrutural das economias é medida por meio de indicadores tradicionais de encadeamentos para trás e para frente (Hirschman, 1961; Cella, 1984), índices de densidade, construídos a partir da teoria das redes (Fornari, Gomes e Hiratuka, 2017), ou complexidade econômica (Hausmann, 2014). No presente estudo, contribuímos metodológica e empiricamente para essa literatura a partir da exposição e aplicação do índice global de circularidade (Lantner, 1972a, 1972b; Lantner e Lebert, 2013). A principal vantagem desse índice é que ele pode ser decomposto em uma série de outros indicadores estruturais, como as taxas de dependência, de interdependência e de autarquia, de modo que permite lançar luz sobre os padrões de articulação entre os setores das economias.

A hipótese principal que serve de guia orientador ao presente estudo é: as reestruturações industriais que se seguiram às aberturas comerciais do Brasil e do México introduziram um forte componente estrutural nas importações, reforçando padrões de especialização comercial e de estrutura produtiva constituídos no período de industrialização por substituição de importações (Coutinho, 1997; Ros, 2015). Como apontado por Coutinho (1997), Britto (2002) e Moreno-Brid e Ros (2010), esse caráter estrutural das importações de bens intermediários estaria relacionado à uma crescente fragilização das estruturas produtivas. De acordo com esses autores, a fragilização assumiu formas variadas, como a redução do valor agregado das cadeias industriais e a substituição da produção nacional por insumos importados.

Uma segunda hipótese subjacente a esse trabalho é que o aumento da especialização vertical em ambas as economias, decorrente do tipo de inserção comercial das duas economias, diminuiu o nível de articulação setorial ou de complexidade estrutural de ambas as economias. Puchet e Solís (2013) apontam que várias economias, entre elas o Brasil e o México, experimentaram uma diminuição da complexidade produtiva ao longo do período pós-abertura comercial: o quociente decrescente de valor agregado da produção, que reflete diretamente a utilização crescente de bens intermediários importados, assim como o *offshoring* e a fragmentação crescente da produção (Hummel, Ishii e Yi, 2001).

O capítulo 1 descreve o referencial teórico utilizado na presente tese. Em primeiro lugar, expõe alguns conceitos básicos da teoria dos grafos, que são essenciais ao correto entendimento de um ramo particular dentro desta teoria: os grafos de

influência. A teoria dos grafos de influência permite combinar a teoria dos grafos e a metodologia de insumo-produto. O objetivo desta teoria é o de construir uma ponte entre a teoria dos grafos e a metodologia de insumo-produto, revelando as modalidades de dependência e interdependência gerais entre os setores de uma economia.

O capítulo 2 aborda algumas características básicas das economias brasileira e mexicana, tais como as articulações intersetoriais e a especialização das diferentes estruturas produtivas. Em primeiro lugar, calcula-se o índice de similaridade a partir das matrizes de fluxos totais de bens intermediários para o ano de 1980. Em seguida, medimos o índice global de circularidade de modo a aferirmos o grau de complexidade das estruturas produtivas. Ademais, alguns índices relacionados à descrição das estruturas econômicas são calculados, tais como os índices de encadeamento para trás e para frente.

No capítulo 3 buscamos aprofundar o debate sobre como a divergência entre as estruturas comerciais de Brasil e México afetou o grau e o padrão de articulação setorial e o grau de similaridade das estruturas produtivas, por meio da utilização das matrizes do *World Input-Output Database* – WIOD. A partir da disponibilidade dessas matrizes foi possível construir uma série temporal dos indicadores estruturais (interdependência, dependência e autarquia), de modo a caracterizarmos os diferentes padrões de articulação setorial existentes em ambas as economias. Um passo adiante foi proceder ao cálculo dos índices de sensibilidade da dispersão e de poder de dispersão e os índices de encadeamentos para trás e para frente nas redes globais/regionais de produção e de valor.

CAPÍTULO 1 – ANÁLISE ESTRUTURAL DA RELAÇÃO ENTRE COMÉRCIO EXTERIOR E ESTRUTURA PRODUTIVA: A CIRCULARIDADE COMO UM ASPECTO PARTICULAR DA COMPLEXIDADE DA ESTRUTURA PRODUTIVA

Introdução

O objetivo deste capítulo é mostrar como o determinante de uma matriz de insumo-produto é um bom indicador da difusão da influência global através de uma estrutura econômica. Essa estrutura pode ser entendida como uma rede de fluxos inter e intrassetoriais e de fluxos de comércio entre países e/ou regiões. Como apontado por Lantner (2001), o determinante pode ser calculado a partir de uma combinação de suas subestruturas. Os grafos de influência, como um caso particular dentro da teoria dos grafos, são parte de uma teoria estrutural, que une aspectos quantitativos e topológicos, levando em consideração a posição e a intensidade das ligações existentes em uma estrutura de trocas econômicas.

A mudança estrutural é entendida como as modificações nos pesos relativos dos setores no valor adicionado total e das participações setoriais da mão-de-obra (Kuznets, 1974). A abordagem empregada neste estudo permite entender a mudança estrutural não apenas por essas modificações nos pesos relativos dos setores em uma economia ou pelos encadeamentos para trás e para frente que cada setor é capaz de gerar (Hirschman, 1961; Rasmussen, 1956; Cella, 1984), mas também pela capacidade de influência ou de dominância que um setor qualquer exerce sobre os demais. A dominância de um setor *A* sobre outro setor *B* aparece como a conjugação da influência direta e das múltiplas influências indiretas que um setor *A* exerce sobre um setor *B*, por exemplo. Contudo, essa transmissão de suas influências depende da configuração da estrutura ou rede na qual *A* e *B* estão relacionados. Lantner (1972a) afirma que um distúrbio gerado no setor *A* desencadeia uma série de repercussões na estrutura até atingir o setor *B*, através de um complexo jogo de amplificações e amortecimentos das influências.

1.1 Mudança estrutural e comércio exterior: definições e breve revisão teórica

No vasto campo da literatura sobre o desenvolvimento econômico, um dos temas que aparece com reiterada frequência é o da relação entre a estrutura produtiva-tecnológica de um país, seu padrão de articulação inter-setorial e seu modo de inserção no comércio internacional. Como apontado por autores como Kuznets (1974), Chenery, Robinson e Syrquin (1986), Harberger (1998) e Hsieh e Klenow (2009), mudanças nos padrões de demanda e de especialização comercial dos países desencadeiam processos de mudanças estruturais nos quais os fatores de produção, tais como capital, trabalho e insumos intermediários são continuamente realocados entre os setores produtivos. Um dos fatos estilizados mais conhecidos dentro desta literatura é a mudança do capital e do trabalho da produção de bens primários para a produção de manufaturas e os diversos tipos de serviços (Jorgenson e Timmer, 2011).

Desde o final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, as economias em desenvolvimento adotaram diferentes estratégias de industrialização, de modo que o setor manufatureiro passou a crescer mais rapidamente do que a agricultura e os serviços. Mas os padrões agregados sempre apresentaram grandes diferenças nos níveis regional e nacional. Diferentes dotações de fatores produtivos, condições históricas e geográficas específicas e os diferentes padrões de comércio dos países, todos esses fatores contribuem para a grande diversidade de trajetórias de desenvolvimento entre os países (Szirmai, 2009).

Em termos comparativos com os países asiáticos, a América Latina se beneficiou primeiro do processo de industrialização, com alguns países, como o Brasil e o México, perseguindo políticas de substituição de importações já em meados da década de 1930. Vários países latino-americanos experimentaram taxas elevadas de crescimento econômico até o início da década de 1980, com a eclosão da crise da dívida externa desencadeada na economia mexicana. O resultado imediato foi a queda generalizada do produto industrial e de sua participação no PIB. Entre as economias asiáticas, o Japão representa o “*first mover*” no processo de industrialização e a partir do início da década de 1960 as economias de industrialização recente, tais como a Coreia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Cingapura, seguiram a mesma trajetória no que foi denominado como a estratégia dos gansos voadores (Akamatsu, 1962).

Na maioria dos casos, esses países mudaram rapidamente suas estruturas produtivas no sentido de sair da produção baseada em trabalho pouco qualificado para

produtos mais sofisticados. Nas últimas duas décadas, a ascensão da China como uma das principais economias em termos de produção manufatureira, representou o fenômeno mais marcante em nível global. Em contraste, os países africanos ainda permanecem marginais em termos de industrialização. Diferentes tendências foram observadas desde a década de 1970. O setor de serviços tornou-se a atividade econômica dominante, enquanto o papel da agricultura e da indústria apresentou um constante declínio. Timmer e Akkus (2008) consideram este fenômeno como um processo natural, o qual leva todo país a passar da agricultura para a indústria e desta para os serviços⁵.

Rowthorn (1994), em um estudo econométrico com 70 países, encontra que o emprego industrial aumenta com a renda per capita até o nível de US\$ 12.000 (a preços de 1991). Além deste limite, o crescimento econômico é acompanhado por uma diminuição no valor adicionado da indústria no valor adicionado total. Dado o importante papel jogado pela indústria em gerar inovação para todo o sistema econômico, esse padrão de U-invertido é uma fonte de preocupação. A chamada “lei de Baumol” (Baumol, 1968) explica a desaceleração na dinâmica da produtividade das economias com industrialização avançada com a crescente participação dos serviços, pois este setor teria um menor potencial de aumentar a produtividade. Esse fato está relacionado com uma característica inerente ao setor de serviços, ser intensivo em trabalho. Contudo, este argumento foi constatado com a evidência de que muitos serviços de grande importância para a indústria, tais como a intermediação financeira, vendas, transporte e logística experimentaram significativas melhoras em termos de produtividade pela difusão das tecnologias da informação e da comunicação (Szirmai, 2009).

Na atual fase da globalização, mudanças tecnológicas e as políticas de integração regional levaram a uma desintegração vertical da produção em muitas indústrias. A mudança estrutural na economia mundial está crescentemente relacionada com a fragmentação espacial da produção e sua reintegração por meio do comércio (Feenstra, 1998). Conseqüentemente, o comércio em bens intermediários cresceu mais rapidamente do que o de bens finais (Sturgeon e Memedovic, 2010), levando a um

⁵ Dentro da literatura de mudança estrutural há três abordagens que explicam o aumento da participação do setor de serviços no valor agregado: i) modificações nos padrões de demanda, que resultam de variações nos níveis de renda per capita; ii) diferencial nos níveis de produtividade entre o setor de serviços e as manufaturas; e iii) o aumento na especialização do setor de serviços, facilitando a terceirização de certas atividades ou etapas do processo produtivo.

maior grau de interdependência entre os sistemas produtivos nacionais e maior exposição a choques externos. Os padrões de especialização horizontal em bens finais estão sendo substituídos por padrões de especialização vertical em distintas unidades de produção. Portanto, o processo de terceirização nos países desenvolvidos e em alguns países em desenvolvimento esteve associado com uma nova divisão internacional da indústria.

Como apontado por McMillan e Rodrik (2011), quase todos os países em desenvolvimento tornaram-se mais integrados com a economia mundial desde o início da década de 1990. A globalização da produção facilitou a transferência da tecnologia e contribuiu para a introdução de *best practices*, dada a maior exposição à concorrência internacional. Os diferentes resultados encontrados entre os países em desenvolvimento sugerem que as consequências da globalização da produção dependeram da maneira pela qual os países se integram no comércio internacional. Aqui o ponto que devemos levar em consideração é não apenas o posicionamento dos países ao longo das redes globais/regionais de produção e de valor, mas também os padrões de especialização comercial desses países. Isso porque cada padrão de especialização comercial, baseado em recursos naturais ou em manufaturas, determina diferentes tipos de encadeamentos com a economia doméstica, dado o caráter intensivo em capital e em trabalho de ambos os padrões.

O conceito de encadeamento, introduzido inicialmente por Hirschman (1961), indica o grau de interdependência estrutural em uma economia e a medida para a qual o crescimento em um setor estimula os demais. Desde o estudo pioneiro de Rasmussen (1956), um grande número de estudos mediram os encadeamentos inter-setoriais, alguns destes empregaram os conceitos de encadeamentos brutos e líquidos (o primeiro definido sobre a base da matriz inversa de Leontief, enquanto o último sobre a matriz de fluxos domésticos, isto é, sem as importações) para identificar os setores indutores do crescimento (Hazari, 1970; Schultz, 1977). Esse conceito de encadeamento também pode ser empregado para estudar algumas das interações entre comércio exterior e estrutura produtiva.

Os impactos provocados pelas mudanças nos padrões de comércio sobre a estrutura produtiva fornecem algumas intuições em relação ao padrão de desenvolvimento de uma economia. Quando um país modifica seu padrão exportador de produtos agropecuários para manufaturas tecnologicamente mais complexas, como os aparelhos ópticos, por exemplo, ocorre uma concomitante modificação nos

encadeamentos para trás e para frente entre os setores. Em outras palavras, a capacidade do comércio exterior em gerar estímulos à economia doméstica também depende do grau de articulação do setor exportador com os produtos domésticos. Tais estímulos inter-setoriais podem fornecer um impacto favorável sobre a expansão dos outros setores. Este tema é particularmente relevante para países em desenvolvimento, como o Brasil e o México, nos quais o setor exportador é dominado por recursos naturais ou por uma forte presença de insumos importados, diminuindo a capacidade geração de emprego, renda e valor adicionado doméstico (Fujii e Cervantes, 2013).

Fujii e Cervantes (2013) mostram como existe diversos mecanismos de transmissão por meio dos quais as exportações podem contribuir para transformações estruturais e o crescimento econômico mediante maiores encadeamentos com a economia doméstica. Por um lado, as exportações se traduzem de maneira direta em emprego, salários e lucros. O valor agregado direto contido nas exportações gera demanda de bens de consumo e de capital, de modo que, dependendo de qual proporção dessa demanda seja satisfeita mediante a produção nacional, contribui para ampliar os efeitos sobre a produção doméstica. Por outro lado, a produção de exportações requer insumos intermediários. Na medida em que uma maior proporção desses bens intermediários seja provida por empresas locais, maiores serão o emprego, os salários e os lucros gerados de maneira indireta pelo setor exportador. Assim, as exportações contribuem para expandir a demanda global e o produto por meio de duas vias: por constituir um componente da demanda global e pelo efeito multiplicador que o aumento das exportações tem nos outros componentes da demanda agregada.

Essa visão centrada no caráter dinâmico das exportações deve levar em consideração também a crescente necessidade de insumos intermediários importados para a realização da produção. Como apontado por Hirschman (1961), as importações possuem um papel dual sobre as interrelações setoriais. As importações podem servir de veículo para a adoção de técnicas mais modernas por partes das empresas locais, contribuindo para a difusão do progresso técnico no interior das estruturas produtivas. Contudo, essas mesmas importações podem provocar a desarticulação de determinadas cadeias produtivas, implicando em menores efeitos de encadeamentos para trás e pra frente entre os setores. Hirschman (1961) afirma que o efeito líquido das importações dependeria das estratégias de desenvolvimento e das políticas econômicas adotadas pelos países em desenvolvimento.

O caráter dual das importações adquiriu particular relevância devido às mudanças que se produziram nos vários setores industriais dentro do sistema de divisão internacional do trabalho durante as últimas décadas. Acima de tudo, a fragmentação dos processos produtivos e a maior interdependência entre os países induziu à criação de novos indicadores para medir a contribuição das exportações e importações ao crescimento econômico. Dado que muitas economias incrementaram o conteúdo importado dos bens exportados e que, ademais, parte dos bens importados podem conter produtos que antes foram exportados pela economia que agora está importando, surgiu a preocupação para calcular o valor agregado nacional contido nas exportações e importações (Breda, Cappariello e Zizza, 2008; Koopman, Wang e Wei, 2008). Segundo Fujii e Cervantes (2013), este problema é particularmente importante nos países cujo setor exportador participa mais ativamente no sistema de produção internacional compartilhada, no qual as exportações se caracterizam por apresentar um elevado conteúdo importado.

A fragmentação produtiva pode provocar múltiplas mudanças nas interrelações setoriais. Em particular, é esperado que, devido à maior interdependência entre os países, o intra-consumo dos setores diminua ao longo do tempo. Além disso, como apontado por Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009), a dispersão geográfica da produção deve considerar dois casos. O primeiro está relacionado com as áreas que perdem determinadas etapas, tarefas ou atividades, enquanto o segundo diz respeito às áreas que conseguem atraí-las. Do ponto de vista dos países que perdem determinadas atividades, ocorre uma diminuição no grau de interdependência entre os setores, uma vez que os encadeamentos internos são realocados para outros países. A consequência dessa fragmentação em países com níveis relativamente avançados de industrialização seria o que Hewings et al. (1998) e Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009) denominaram de um processo de *hollowing out* ou de desadensamento produtivo.

Em contraste, ainda segundo Romero, Dietzenbacher e Hewings (2009), a partir do ponto de vista dos países que recebem partes dos processos produtivos ou de atividades, a fragmentação geográfica poderia aumentar a complexidade do sistema econômico. Contudo, seria necessário que – adicionalmente à fragmentação – alguns encadeamentos internos com as empresas domésticas fossem desenvolvidos. No caso extremo de uma indústria exportadora de enclave (Callejas e Cortés, 2007), isto é, apresentando baixos encadeamentos com a economia doméstica e fortemente dependente dos insumos importados, a transferência de processos produtivos e

atividades não resultariam em maior complexidade estrutural. Estas indústrias exportadoras de enclave operam em países em desenvolvimento, operando atividades específicas dos complexos processos produtivos. Os insumos intermediários requeridos são comprados em outros países, sendo a produção utilizada em subsequentes atividades manufatureiras em indústrias localizadas em diferentes países e regiões.

Assim, ao invés de analisar apenas o peso dos diversos setores no valor agregado das economias, como uma forma de medir a mudança estrutural, cada vez é mais importante estudar de maneira detalhada como as modificações ocorridas no comércio exterior alteraram ou não os padrões de encadeamentos entre os setores. Para isso, é necessário a elaboração de novos métodos e indicadores que busquem entender a evolução e a dinâmica das relações entre as atividades econômicas. As próximas seções buscam avançar nesta direção.

1.2 A complexidade estrutural analisada a partir dos determinantes das matrizes de insumo produto

O modelo de insumo-produto considera uma economia como um sistema constituído por numerosos agentes individuais, cada um dos quais com decisões e dinâmicas próprias. O conjunto relevante de agentes para este modelo é aquele de firmas que podem ser agregadas em vários níveis, por exemplo, em indústrias ou setores. Uma estrutura econômica será definida como um conjunto de firmas agrupadas em indústrias ou setores, cada uma das quais produzindo bens homogêneos e utilizando a mesma tecnologia. Todas as indústrias estão inter-relacionadas através de uma rede de fluxos de bens e serviços mutuamente ofertados e demandados como insumos para produzir determinados produtos.

Considere uma estrutura geral com n polos (empresas, setores, regiões, países, etc.). As trocas entre os polos desta estrutura podem ser representadas em uma tabela insumo-produto, que mostra as relações de fluxos de bens intermediários domésticos. Denotando por X_i o produto total do setor i , Y_i os recursos do setor i dirigidos às demandas finais e W_i as rendas provenientes dos fatores primários (capital e trabalho, por exemplo) e dirigidas ao setor i , podemos montar a seguinte tabela de trocas:

Tabela 1 - Matriz de trocas entre os setores

| | Setor 1 | Setor 2 | ... | Setor n | Demanda final | Produto total |
|-----------------------------|----------------|----------------|------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| Setor 1 | x_{11} | x_{12} | \dots | x_{1n} | Y_1 | X_1 |
| Setor 2 | x_{21} | x_{22} | \dots | x_{2n} | Y_2 | X_2 |
| \vdots | \vdots | \vdots | \ddots | \vdots | \vdots | \vdots |
| Setor n | x_{n1} | x_{n2} | \dots | x_{nn} | Y_n | X_n |
| Valor adicionado | W_1 | W_2 | \dots | W_n | | |
| Produto total | X_1 | X_2 | \dots | X_n | | |

Fonte: elaboração própria.

Como em todas as tabelas de insumo-produto, as linhas denotam o destino dos recursos do setor i , enquanto que as colunas indicam a origem destes recursos. Todo modelo estudando relações quantitativas entre os elementos de uma estrutura pode ser apresentado como um sistema de equações lineares simultâneas, no qual a variação de uma (ou mais) variável envolve a variação de uma (ou várias) outras variáveis. Desse modo, o sistema de equações permite representar as variáveis independentes – que podem estar na origem das mudanças – e o resultado das mudanças, captados pelas variáveis que dependem das primeiras. Na análise de insumo-produto, estas mudanças autônomas podem afetar a combinação de insumos ou produtos da estrutura de trocas. A escolha entre estas duas hipóteses condiciona o avanço da influência através da estrutura e define respectivamente os modelos como dirigidos pela demanda e dirigidos pela oferta. Dependendo se o modelo é orientado pelo lado da demanda ou pelo lado da oferta, a leitura daquela tabela será por linhas ou por colunas, respectivamente.

Do ponto de vista da demanda, temos que⁶:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, \text{ com } (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

x_{ij} representa as vendas realizadas pelo polo i aos polos j e Y_i representa as vendas do polo i à sua demanda final.

Simetricamente, do ponto de vista da oferta:

⁶ Para uma análise completa ver Miller e Blair (2009). A notação difere da utilizada por aqueles autores.

$$X_j = \sum_{j=1}^n x_{ij} + W_j, \text{ com } (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

Onde W_j representa o valor adicionado do polo j .

A única distinção entre Y_i e W_j é a interpretação que fazemos da diferença entre os recursos de um polo dado e seus fluxos de troca com os outros polos. Esta interpretação depende do tipo de modelo que utilizamos: um modelo dominado pela oferta ou um modelo dominado pela demanda.

Para realizar uma análise insumo-produto a partir dessa estrutura de trocas, deixe o vetor coluna da produção (X_i) ser denotado por X , o vetor coluna da demanda final (Y_i) ser denotado por Y e a matriz cujos termos são $a_{ij} = x_{ij}/X_j$ (os coeficientes técnicos, onde $\forall i, j: 0 \leq a_{ij} \leq 1$ e $\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq 1$) ser denotada por A . Assim,

$$\begin{aligned} X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \rightarrow X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + Y_i \rightarrow Y_i = X_i - \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j \\ Y_i = (1 - a_{ii})X_i - \sum_{j \neq i}^n a_{ij}X_j \quad (3.1) \end{aligned}$$

Em termos matriciais, a equação 3.2 é equivalente à equação 3.1:

$$Y = (I - A)X \rightarrow X = (I - A)^{-1}Y \rightarrow X = LY \quad (3.2)$$

Onde $A = (I - a)$ e L são as matrizes de Leontief e a inversa da matriz de Leontief, respectivamente.

Paralelamente, os termos $t_{ij} = x_{ij}/X_i$ (onde $\forall i, j: 0 \leq t_{ij} \leq 1$ e $\sum_{j=1}^n t_{ij} \leq 1$)

são chamados de coeficientes de oferta. Se a matriz cujos termos são t_{ij} é denotada por t e a matriz complementar $(I - t)$ é denotada por T , temos que a equação 2 pode escrita da seguinte forma:

$$\begin{aligned} X_j = \sum_{j=1}^n t_{ij}X_i + W_j \rightarrow W_j = X_j - \sum_{j=1}^n t_{ij}X_i \\ W_j = (1 - t_{jj})X_j - \sum_{j \neq i}^n t_{ij}X_i \quad (4.1) \end{aligned}$$

Em termos matriciais, a equação 4.2 é equivalente à equação 4.1:

$$W = (I - T)X \rightarrow X = (I - T)^{-1}W \rightarrow X = CW \quad (4.2)$$

Onde $C = (I - T)^{-1}$ é a matriz inversa dos coeficientes de oferta e W os insumos primários, respectivamente.

As matrizes A e T têm os mesmos coeficientes na diagonal principal, resultante do autoconsumo setorial. Por definição:

$$1 - a_{ii} = 1 - t_{ii}.$$

As matrizes A e T assumem as seguintes formas:

$$A = \begin{vmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & (1 - a_{33}) \end{vmatrix}; T = \begin{vmatrix} (1 - t_{11}) & -t_{12} & -t_{13} \\ -t_{21} & (1 - t_{22}) & -t_{23} \\ -t_{31} & -t_{32} & (1 - t_{33}) \end{vmatrix}.$$

A ideia central da análise estrutural consiste em identificar os vínculos ou relações que existem entre os setores que integram uma tabela de insumo-produto, seja para um ponto no tempo ou para uma série temporal. Portanto, um dos seus objetivos é determinar os encadeamentos que ocorrem entre os distintos setores, colocando ênfase em quanto e de quem compra um setor para levar a cabo seu processo produtivo, e em quanto e para quem vende com o fim de abastecer os processos produtivos dos demais setores. A análise estrutural ajuda a determinar que setores, segundo seus distintos encadeamentos com o resto da economia, são chaves em uma economia.

Um dos pioneiros em diferenciar os tipos de encadeamentos ou relações que se podem estabelecer foi Hirschman (1961). Este autor sustenta que o desenvolvimento econômico depende da estrutura da economia, isto é, do tamanho e nível da tecnologia dos processos produtivos, da constituição que tem os mercados, tanto de produtos como de fatores e da dotação destes últimos. A existência de núcleos dinâmicos ou endógenos é o que faz com que um país ou região se desenvolva. Hirschman estabelece que as relações ou encadeamentos que podem ocorrer entre dois setores toma um ou dois sentidos: para trás e/ou para frente.

A partir desta ideia de hierarquia vista a partir dos encadeamentos, Hirschman (1961) define, por um lado, o encadeamento para trás como a demanda que um setor realiza aos seus fornecedores, induzindo, dessa forma, a dinâmica produtiva desses setores fornecedores de insumos. Por outro lado, os encadeamentos para frente correspondem à relação que surge entre produtos intermediários com finais, pois alguns setores podem requerer insumos e ser simultaneamente insumos para outros setores.

Quantificar a importância que possa ter um setor dentro da economia é um aspecto de grande relevância, pois permite aplicar políticas econômicas baseadas em um melhor conhecimento da estrutura produtiva. Hirschman (1961) e Chenery e Watanabe (1958) assinalam que é possível um país atingir maiores taxas de crescimento a longo prazo se se incentivam aqueles setores com maiores encadeamentos para trás e para frente; Oosterhaven (2001) afirma que são mais importantes aqueles setores que têm um impacto elevado e positivo no desenvolvimento de uma região; enquanto Hewings (1982) sustenta que os setores-chaves são aqueles que podem influenciar comparativamente mais do que os demais setores a produção, o emprego e a renda.

A noção de um campo de influência, desenvolvida por Sonis, Hewings e Guo (1996), é outro conceito útil para explorar os impactos de mudanças estruturais em uma economia. A ideia subjacente do campo de influência é avaliar as mudanças na matriz inversa de Leontief, $(I - A)^{-1}$, resultantes de modificações em um ou mais coeficientes diretos de insumo nessa matriz inversa. Portanto, a partir dessa abordagem é possível inferir se o impacto de uma mudança em um coeficiente está concentrado em um ou mais setores, de modo mostrar o grau de dispersão dos efeitos sobre toda a estrutura.

No contexto da análise de insumo-produto, uma interessante dimensão da complexidade de um sistema produtivo é o nível de interdependência entre os setores componentes de uma estrutura de trocas. O modelo de insumo-produto desenvolvido por Leontief (1985) é, por sua própria natureza, uma das melhores metodologias teóricas e empíricas para estudar esse fenômeno. Na abordagem de insumo-produto, a conectividade inter-setorial é a característica central, e há, como esperado, muitas formas de medi-lo, desde os indicadores clássicos de Chenery e Watanabe (1958), Rasmussen (1956) e Hirschman (1961), até métodos mais sofisticados, tais como as medidas de interconectividade de Yan e Ames (1963), a medida de ciclo de Finn (1976) e Ulanovicz (1983), a medida do autovalor dominante de Dietzenbacher (1992), entre outras. Entre os mais recentes exemplos de medidas de interconectividade, evidenciando o ressurgimento do interesse neste tipo de pesquisa, há o *average propagation length*

(ponderado e não ponderado) proposto por Dietzenbacher e Romero (2007) e o indicador de complexidade como uma medida de interdependência, elaborada por Amaral, Dias e Lopes. (2007).

O estudo da complexidade econômica, em uma abordagem de insumo-produto, tem sido objeto frequente para a análise econômica e contribuído para a discussão de formulações de política econômica (Robinson e Markandya, 1973; Sonis e Hewings, 1998; Dridi e Hewings, 2002; Amaral, Dias e Lopes, 2007). Por exemplo, em uma economia mais complexa, isto é, na qual os circuitos de demanda intermediária apresentam uma participação significativa nos fluxos de bens e serviços, os efeitos de medidas de políticas econômicas em nível internacional tendem a se propagar mais rapidamente, embora distribuída de maneira desigual entre os países e setores (Sonis et al., 1995; Dietzenbacher e Los, 2002; Steinback, 2004).

Uma vez que a análise interindustrial se ocupa das interrelações necessárias à produção de bens e serviços, a função primordial da análise estrutural é investigar o curso das correntes de bens e serviços em sua sequência de um setor a outro da estrutura. Assim, o interesse da análise estrutural, desde suas primeiras formulações com Leontief (1951), foi a construção de indicadores que permitissem entender a arquitetura das estruturas produtivas dos países. Ou seja, qual é a dominância de um setor em relação a outro (Hurwicz, 1955; Leontief, 1951; Miller, Blair, 2009)? Os setores são mais ou menos auto-suficientes, interdependentes e/ou dependentes entre eles (Sonis e Hewings, 1998)? A estrutura produtiva está mais ou menos conectada com os fluxos de bens e serviços demandados de outras economias (Sonis e Hewings, 2001)?

Estas abordagens foram aplicadas ao estudo de vários assuntos, como, por exemplo, tabelas de insumo-produto retangulares, relações interregionais (Isard e Ostroff, 1960), movimentos de capitais, fluxos de informações (Gallo, 2006). É também possível utilizar a análise estrutural a partir de matrizes mundiais, como as elaboradas pelo *World Input-Output Database* (WIOD) e pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para o estudo dos fluxos de comércio internacional, como apontado por Hewings et al. (2002). Reichardt e White (2007), por exemplo, utilizam técnicas de modelagem de matrizes em bloco para identificar papéis diferenciados para os países participantes do comércio internacional. O objetivo principal dos autores é agrupar países com características estruturais muito próximas e analisar as relações hierárquicas entre estes conjuntos de países.

Atualmente os estudos regionais reconhecem a importância de saber a magnitude e a natureza da interdependência econômica entre cada região e o resto do mundo, de modo a identificar de forma mais adequada as implicações em termos de políticas econômicas. As análises estruturais podem ser realizadas para estudos não apenas das estruturas produtivas dos países, mas também para análises comerciais entre vários países. Segundo Monroe, Hewings e Guo (2007), se o comércio internacional tem importantes impactos sobre o crescimento econômico e questões de bem-estar social (geração de emprego, renda, entre outros), deveríamos analisar de forma mais profunda os fluxos comerciais entre países ou regiões.

O conhecimento sobre o comportamento e a evolução do comércio exterior, segmentado por tipos e categorias de bens e serviços, permite uma caracterização da especialização produtiva, assim como do grau de dependência e interdependência de um país em relação a outro no que diz respeito a exportação e importação de bens e serviços. No que diz respeito às aplicações de modelos do tipo insumo-produto, o conhecimento dos fluxos de comércio internacional (intrarregional e interregional) é um requerimento essencial para a investigação sobre os efeitos de *spillover* e *feedback*. O estudo pioneiro de Miller (1966) ajuda no entendimento da interdependência espacial ou interdependência econômica entre países e regiões com base nas noções de efeitos de *feedback*.

Os recentes estudos aplicados a sistemas interregionais nos Estados Unidos e no Japão demonstraram que o comércio interregional cresce mais rapidamente do que o comércio internacional. As razões para a crescente importância do comércio interregional são determinadas, em uma grande medida, pela significativa redução nos custos dos transportes e o aprofundamento da integração entre regiões e países que ocorreram nas últimas décadas. Estes fatores levaram não somente ao aumento no comércio entre diferentes regiões, mas também à emergência de novas características no comércio interregional. Polenske e Hewings (2004) apontam como o crescimento nas redes de comércio entre regiões envolve uma maior complexidade e sofisticação dessa rede⁷.

⁷ Isso ocorre porque as novas empresas buscam comparar os custos de localização entre os vários países, de modo a transferir os vários estágios da cadeia produtiva. Esta é uma das razões do porque o comércio caracterizado pela importação e exportação dos mesmo produtos, ou seja, o comércio intra-industrial, tornou-se mais importante nas últimas décadas (Wixted, Yamano e Webb, 2006). Ademais, a possibilidade de localizar diferentes etapas de uma ou várias cadeias produtivas em diferentes países pode provocar mudanças estruturais dentro de um país. A crescente participação nas cadeias globais de

Kahn e Thorbecke (1988) desenvolveram a análise de trajetória estrutural para explorar a interdependência espacial no nível microeconômico. Já a abordagem desenvolvida por Sonis et al., (1995, 1997, 2001, 2002) considera a complexidade econômica em sistemas econômicos multirregionais como o resultado da gradual expansão do rede de interdependências econômicas hierárquicas entre setores econômicos, atividades econômicas e todos os subsistemas econômicos e espaciais. Como apontado por Sonis e Hewings (1998), as análises de rede jogam um importante papel nas pesquisas sobre sistemas de transporte, mas são menos frequentes nas aplicações no campo de insumo-produto. Em grande medida, esse parece ser resultado do fato de que os estudos empíricos sempre reduziram a estrutura de insumo-produto a matrizes booleanas⁸, perdendo informações importantes sobre a natureza e o tamanho dos fluxos inter-industriais ou comerciais.

Novos desenvolvimentos nos estudos de redes geraram possibilidades de construir medidas de complexidade econômica (Johansson, Karlsson e Westin, 1994). Uma dessas medidas é a hierarquia das interações e das trocas em uma economia. Como colocado por Sonis e Hewings (1998), considerações sobre hierarquias induzem a apresentar a análise não apenas no nível micro dos setores econômicos, mas a introduzir um nível meso de todos os subsistemas econômicos, que inclui várias combinações de setores, atividades, regiões e economias nacionais em todos os níveis de agregação.

Este conjunto de estudos permite uma visão panorâmica de como as estruturas produtivas e de comércio dos países importam para a dinâmica de longo prazo das economias. A hipótese implícita nestes estudos é que diferenças e semelhanças estruturais entre economias podem ser analisadas pelo estudo, simultâneo ou não, dos fluxos de bens e serviços entre os diversos produtores, países ou regiões. Neste sentido, a posição particular de setores ou produtos nas estruturas produtivas e comerciais é determinada pelo grau de complexidade de ambas as estruturas.

produção pode ocasionar uma maior integração no comércio interregional, mas, ao mesmo tempo, diminuir as transações entre regiões de um mesmo país.

⁸ Em uma matriz booleana todos os seus elementos assumem valores de 0 ou 1, onde valores iguais a 0 significam a inexistência de fluxos de comércio entre dois setores, países ou regiões, e valores iguais a 1 indicam a sua existência. Como apontado por Lantner (2001), matrizes booleanas ou de adjacência não podem prover análises quantitativas para matrizes de insumo-produto. Uma das formas de superar essa limitação é a valoração dos arcos de um grafo com os coeficientes de um sistema de equações, dando lugar a um grafo valorado que reflete a estrutura das relações entre as variáveis do respectivo modelo. Isso também permite a passagem da análise matricial à uma interpretação topológica do sistema de equações.

- **O determinante de uma matriz insumo-produto como um indicador da complexidade econômica**

Wong (1954) sugere que o determinante da matriz de coeficientes técnicos ($I - A$) é uma medida relativa do volume da produção líquida e da complexidade do sistema de trocas. A abordagem proposta por Lantner (1972a, 1974) também parte da interpretação dos determinantes da matriz ($I - A$), mas tem como base os teoremas propostos por Bott e Mayberry (1954)⁹. Esse autor utiliza a teoria dos grafos de influência e as ferramentas dos modelos de insumo-produto para calcular o que podemos chamar de grau de complexidade estrutural de uma economia.

O determinante da matriz ($I - A$) ou da matriz ($I - T$), pois ambos são iguais¹⁰ em valor absoluto, aparece como uma função da composição ou do arranjo interna da estrutura, isto é, da posição e da intensidade das ligações entre os setores, países ou regiões que compõem a estrutura de trocas. Guardada as devidas diferenças no cálculo do “grau” de complexidade, o conceito de complexidade desenvolvido por Lantner (1972a, 1974) guarda certa relação com o conceito desenvolvido por Sonis e Hewings (1998), o qual afirma que a complexidade aparece como um resultado de um processo de desenvolvimento da multiplicidade de interações econômicas dentro de um sistema econômico.

A abordagem proposta originalmente por Ponsard (1967a, 1967b) e depois desenvolvida por Lantner (1972a, 1972b), Gazon (1976) e Defourny e Thorbecke (1984) permite articular a teoria dos grafos e os elementos fundamentais da análise insumo-produto. A análise destes autores tem como ponto central o estudo dos determinantes de matrizes interindustriais, comerciais ou de fluxos de informações. A vantagem desta abordagem é mostrar novas propriedades da arquitetura das estruturas produtivas e comerciais, e, assim, formular novos indicadores, como autarquia, dominância/dependência, interdependência, circularidade (Lantner e Lebert, 2013).

Estes autores partem da teoria dos grafos de influência. O objetivo dos grafos de influência é construir uma ponte entre a abordagem dos grafos ponderados por determinados coeficientes (técnicos, de oferta ou de comércio), revelando as modalidades da dependência e da interdependência gerais. Para Lantner (1974), estes processos estão ligados à difusão quantitativa da influência e às determinações

⁹ Ver o apêndice para uma apresentação formal do teorema de Bott e Mayberry (1954).

¹⁰ Ver o apêndice para a demonstração formal de que $\det(I - A) = \det(I - T)$.

estruturais que a entavam, ademais de poder dissociar os efeitos diretos e indiretos da dominância e determinar sua importância relativa.

De acordo com Lantner e Carluer (2004), esta abordagem guarda relações com as análises elaboradas por Miller (1966) e Miller e Blair (2009) sobre trajetórias estruturais e as análises de *feedback loop* elaborada por Miyazawa (1976) e Sonis e Hewings (1998 e 2001), as quais partem do estudo sobre o mesmo fenômeno: propriedades estruturais das matrizes. Mas Lantner e Carluer (2004) procuram mostrar que a abordagem dos grafos de influência possui importantes diferenças em relação a estes estudos. Talvez a principal delas seja a interpretação dos determinantes de matrizes do tipo de Leontief. O determinante de uma matriz do tipo Leontief, $(I - A)$, é função do arranjo interno dessa estrutura, isto é, da posição e intensidade das conexões entre os setores ou países.

Outros pontos que diferenciam esta abordagem das demais são que não há comparação de cada termo das matrizes inversa de Leontief e de coeficientes diretos. Não considera os circuitos e *loops* como independentes entre si. Não há uma busca de qualquer trajetória, circuito ou *loop* do grafo representativo de uma estrutura. Os multiplicadores matriciais correspondentes às colunas da matriz são utilizadas somente no sentido de estabelecer hierarquia entre os polos da estrutura. Estes polos ou vértices podem ser empresas, setores, países ou regiões¹¹. Ademais, esta abordagem permite avançar na noção de complexidade estrutural, entendida como o resultado do processo de expansão da rede de interdependências hierárquicas econômicas entre setores econômicos, regiões, países e todos os possíveis subsistemas econômicos e espaciais.

A circularidade estrutural busca medir o nível de interdependência entre todo um conjunto de indústrias em um sistema econômico ou entre países/regiões no comércio internacional. De modo a constuir indicadores de circularidade, Lantner (1974) e Gazon (1976) reinterpretem as matrizes A e T como grafos de influência. Um grafo de influência representando uma estrutura de trocas é um grafo orientado definido como segue:

- Cada país, setor, grupo industrial ou bloco econômico corresponde a um vértice i ;

¹¹ Na próxima seção procuramos definir de maneira mais rigorosa alguns conceitos da teoria dos grafos, utilizados aqui apenas à guisa de introdução e contextualização ao tema.

- Cada troca x_{ij} é representada por um arco, sendo que todos os arcos são orientados na direção da “influência dominante”, ou seja, depende se a influência vai da demanda à oferta ou da oferta à demanda;
- Os arcos do grafo são ponderados pelos coeficientes técnicos a_{ij} ou pelos coeficientes de comércio t_{ij} , os *loops*, que correspondem aos elementos da diagonal principal das matrizes A e T , são ponderados pelos coeficientes $\ell_i = (1 - a_{ii}) = (1 - t_{ii})$;
- Para cada vértice está associado um arco centrípeto ou centrífugo do grafo, que o liga à estrutura externa (a demanda final e/ou o valor adicionado). A orientação do arco é dada pela direção da influência dominante. O peso do arco é dado por:

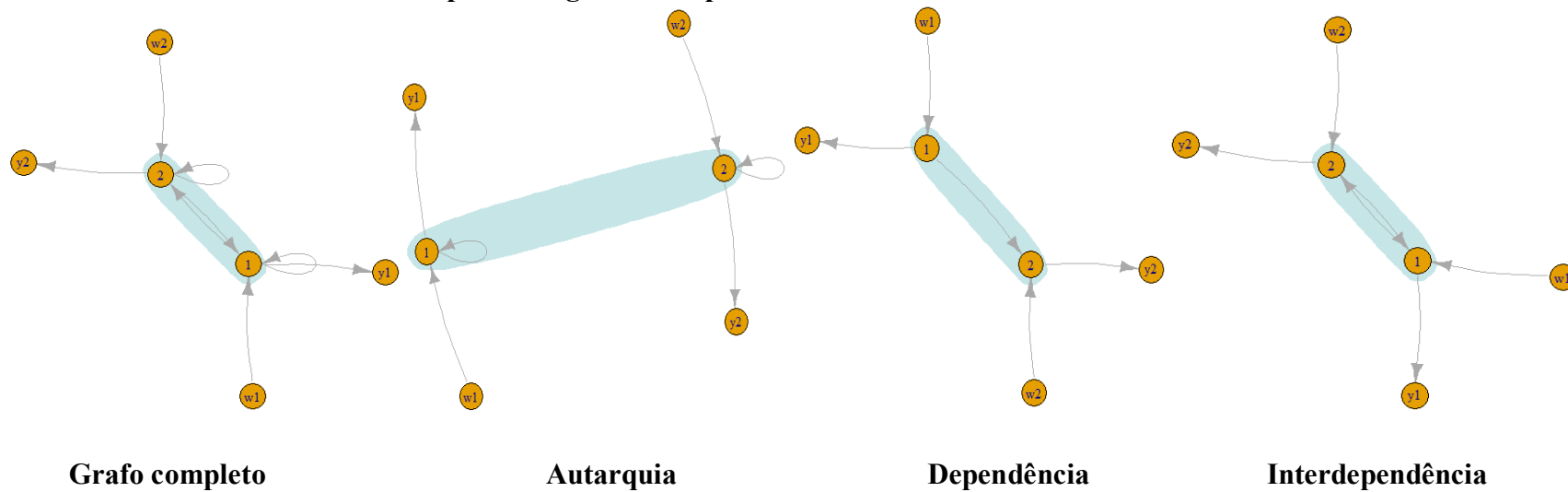
$$w_j = \frac{W_j}{X_j}, \left(1 - \sum_{i=1}^n a_{ij} \right) \geq 0, \quad (5.1)$$

se os pesos dos outros arcos são os coeficientes técnicos a_{ij} .

$$y_i = \frac{y_i}{X_i}, \left(1 - \sum_{j=1}^n t_{ij} \right) \geq 0, \quad (5.2)$$

se os pesos dos outros arcos são os coeficientes de oferta t_{ij} .

Figura 1 - Indicadores estruturais vistos a partir de grafos não ponderados



Fonte: elaboração própria.

1.3 Uma aproximação entre a teoria dos grafos de influência e as matrizes de insumo-produto¹²

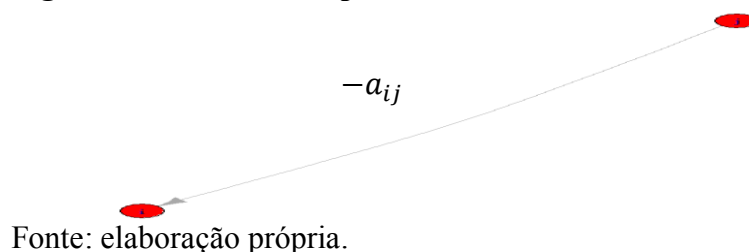
O objetivo desta seção é apresentar os principais conceitos referentes à teoria dos grafos de influência e sua relação com as principais noções das matrizes de insumo-produto. A teoria dos grafos de influência (Ponsard, 1967a, 1967b; Lantner, 1972a) transforma o método matricial de resolução de sistemas de equações simultâneas em um método topológico, por meio de uma regra de correspondência entre uma expressão algébrica e sua representação na forma de um grafo. Esta regra afirma que toda variável independente corresponde ao vértice de origem de um arco e que toda variável dependente corresponde à sua extremidade. Todo arco é valorado pelo coeficiente atribuído à variável independente.

A originalidade da ferramenta que vamos utilizar é que ela permite articular, de um lado, a teoria dos grafos e, de outro lado, os elementos fundamentais da análise de insumo-produto. A análise dos efeitos de dominância em uma estrutura de trocas até agora apresenta uma fragmentação prejudicial entre o cálculo matricial, que permite apreender as influências globais, e a abordagem qualitativa a partir de grafos não ponderados, negligenciando as desiguais intensidades das ligações. O objetivo da teoria dos grafos de influência é o de construir uma ponte entre essas duas abordagens, revelando as modalidades da dependência e das interdependências gerais, ligados ao processo de difusão quantitativa da influência e às determinações estruturais que entram e dissociam os efeitos diretos e indiretos de dominância e em determinar suas respectivas importâncias.

Sejam duas variáveis X_i e X_j ligadas pela relação $X_i = a_{ij}X_j$, que define X_i como variável dependente de X_j . O sinal a ser transmitido de X_j para X_i é representado por um arco orientado de j para i e sua avaliação se deduz do coeficiente associado à variável independente, a partir da representação canônica $X_i - a_{ij}X_j = 0$. Sob a hipótese de um modelo liderado pela demanda, deduzimos da regra de correspondência equação-grafo a seguinte representação para a equação canônica:

¹² Esta seção está baseada nos estudos de Lantner (1972a, 1972b), Lantner e Lebert (2013) e Gallo (2006). A notação difere da utilizada nos estudos acima citados.

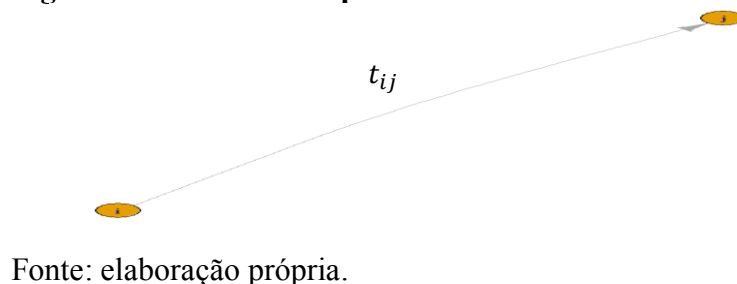
Figura 2 - Grafo visto a partir do coeficiente técnico



Além disso, no caso liderado pela demanda, a regra adotada implica que a matriz associada ao grafo de transferência é a transposta da matriz associada tradicionalmente a um grafo.

Já em modelos liderados pela oferta, não é necessário inverter a ordem dos índices dos coeficientes. Na verdade, a leitura da tabela de fluxos interindustriais por coluna fornece a seguinte equação: $X_j = t_{ij}X_i$. Agora a variável dependente é X_j e a influência vai de X_i para X_j , com os coeficientes t_{ij} ponderando os arcos do vértice i ao vértice j . Então, nos modelos liderados pela oferta, temos:

Figura 3 - Grafo visto a partir do coeficiente de distribuição



Como apontado por Lequeux (2002), considerando um modelo de demanda, o coeficiente técnico a_{ij} corresponde ao insumo adicional do vértice i diretamente requerido para uma unidade adicional do produto do vértice j . No caso oposto, considerando um modelo de oferta, o coeficiente t_{ij} é o fornecimento adicional do vértice i ao vértice j , o que corresponde a um aumento nos recursos totais do vértice i .

Em ambos os casos, o coeficiente (coeficiente técnico ou de distribuição) da variável independente mede a influência direta do vértice de origem ao vértice de destino.

Sejam j e k dois setores produtivos (vértices) cujos respectivos produtos são X_j e X_k . A produção de X_j é destinada a satisfazer, além dos consumos intermediários dos outros $n - 1$ setores, a demanda final do produto j , representada por (j) . Seja D_j o total

da demanda final, aqui considerado como o setor de impulsão inicial e exógena. A cada elemento da estrutura, podemos associar uma grandeza econômica chamada variável econômica do setor considerado. Partindo do modelo aberto de Leontief, temos:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j},$$

Onde x_{ij} é o fluxo interindustrial, medido em unidades monetárias, entre o setor i e o setor j , e X_j a matriz de transações interindustriais.

$$x = (I - A)^{-1}y, x \geq 0, \forall y \geq 0.$$

Onde x é o vetor de produção em unidades monetárias, A é uma matriz de coeficientes técnicos e y é a demanda final.

Os vértices representativos da demanda final são, por definição, os vértices fonte (variáveis exógenas ou independentes) e são a origem dos impulsos. Os representativos dos setores produtivos (variáveis endógenas ou dependentes) conformam a estrutura de resposta daqueles impulsos, ainda que também agem, indiretamente, como transmissores por indução, dadas as necessidades técnicas da produção. Para ambos, assinalamos uma magnitude econômica. Os impulsos e as respostas que colocam em relação estas magnitudes definem a influência econômica dentro da estrutura (Marée e Defourny, 1978; Morillas, 1995).

O coeficiente técnico a_{ij} representa a intensidade do arco (ji). O conjunto dos arcos forma o grafo de influência associado a esta estrutura. Relembrando que, no grafo, uma sequência de arcos constitui um caminho, cujo tamanho é o número de arcos que o compõe. Um caminho que passa mais de uma vez pelo mesmo vértice é um caminho elementar. Finalmente, um circuito é um caminho cujo o primeiro vértice coincide com o último.

Existirá a influência da demanda final do setor i sobre setor j , sempre que uma variação na demanda final do setor i provoque uma variação na produção do setor j . A expressão geral é:

$$\Delta X = A\Delta x + \Delta y \quad (6)$$

Existe a possibilidade de analisar estas influências em termos direto, absoluto, relativo e total.

- **A influência direta**

A influência direta de um setor produtivo i sobre outro setor produtivo j , transmitida por um caminho elementar, é o crescimento unitário da produção do setor j induzido por um crescimento unitário da produção do setor i , ficando inalteradas as produções dos outros setores e a demanda final para o setor j que não estejam dentro deste caminho elementar.

Suponha o caso da influência direta do setor i sobre o setor j , possibilitada pela existência de um arco (i, j) que transmite a influência entre ambos os setores:

$$I_{(j \rightarrow i)}^D = a_{ij} \quad (7)$$

Seguindo a definição de coeficientes técnicos:

$$x_{ij} = a_{ij}X_j \quad (8)$$

E todas as outras produções permanecendo iguais, temos:

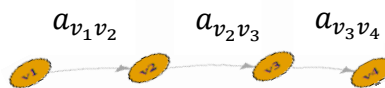
$$\Delta X_i = a_{ij}\Delta X_j \rightarrow a_{ij} = \frac{\Delta X_i}{\Delta X_j} \rightarrow I_{(ij)}^D = \frac{\Delta X_i}{\Delta X_j} \quad (9)$$

Quando o polo i aumenta a sua produção em uma unidade, isso significa dizer que a influência direta, transmitida por um setor i ao setor j , seguindo um caminho elementar, é igual ao produto das intensidades dos arcos compondo o caminho (Lantner, 1972b; Marée e Defourny, 1978; Defourny e Thorbecke, 1984). Em outras palavras, seria o produto das magnitudes dos fluxos interindustriais entre os setores i e j , desconsiderando qualquer influência da demanda final ou de outros setores não associados a estes fluxos. Agora o parâmetro do coeficiente técnico passa a medir a relação entre a variação absoluta induzida, ΔX_i , na produção do setor i , e a variação absoluta inicial, ΔX_j , do setor j . Então:

$$I_{(j \rightarrow i)}^D = a_{in}, \dots, a_{mj} \quad (10).$$

A figura 4 abaixo mostra dado caminho elementar $p = (v_1, v_2, v_3, v_4)$

Figura 4 - Grafo visto a partir do coeficiente de distribuição



Fonte: elaboração própria.

E $I_{(j \rightarrow i)p}^D = I_{(v_1 v_2 v_3 v_4)}^D = a_{v_1 v_2} a_{v_2 v_3} a_{v_3 v_4}$. Assim, um caminho elementar de i à j é uma sequência de vértices conectados pelos arcos de i à j , onde as influências passam de um vértice ao outro. A influência transmitida sobre um caminho é igual ao produto dos arcos incluídos naquele caminho,

$$I_{(j \rightarrow i)p}^D = \prod_i^j a_{ij} \quad (11).$$

Portanto, quanto mais longo o caminho, menor a influência direta de i em j , o que assegura a estabilidade desse sistema: os impulsos de crescimento transmitidos do setor i ao setor j , incluídos os demais setores daquele caminho elementar, tendem a diminuir. Em alguns casos, é factível encontrar caminhos que retornam influência direta a vértices que transmitiram influências nos primeiros estágios. Estes caminhos são chamados circuitos de influência direta, opostos a caminhos mais simples chamados árvores, que são incapazes de retornar àqueles outros vértices. Um circuito aparece quando alguns setores estão interconectados por um arco de dupla direção, vendendo e comprando insumos ao mesmo tempo (Aroche, 1993).

- **Influência absoluta**

A influência absoluta $I_{(j \rightarrow k)}^A$ do setor demandante (j) sobre o setor produtivo k é igual a relação entre a variação absoluta induzida, Δx_k , na produção do setor k e a variação absoluta inicial, Δy_j , da demanda do setor fonte (j).

$$I_{(j \rightarrow k)}^A = \frac{\Delta X_k}{\Delta y_j} \quad (12)$$

Mais formalmente, partindo do seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} X_1 = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} & Y_1 \\ X_2 = x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} & Y_2 \\ \vdots & \vdots \\ X_j = x_{j1} + x_{j2} + \dots + x_{jn} & Y_j \\ \vdots & \vdots \\ X_n = x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} & Y_n \end{cases} \quad (I).$$

Suponha a variação de uma única demanda final Y_j , seguida de uma variação do setor j , enquanto os outros $(n - 1)$ setores variam de maneira concomitante. A hipótese de proporcionalidade dos insumos e dos produtos se traduz pela constância dos coeficientes técnicos:

$$\Delta x_{gh} = a_{gh} \Delta X_h \quad (12)$$

O sistema:

$$(S_1) \begin{cases} \Delta X_1 = \Delta x_{11} + \dots + \Delta x_{1n} \\ \Delta X_2 = \Delta x_{21} + \dots + \Delta x_{2n} \\ \vdots \\ \Delta X_j = \Delta x_{j1} + \dots + \Delta x_{jn} + \Delta Y_j \\ \vdots \\ \Delta X_n = \Delta x_{n1} + \dots + \Delta x_{nn} \end{cases} \quad (II),$$

pode ser escrito como:

$$(S_2) \begin{cases} \Delta X_1 - a_{11} \Delta X_1 - \dots - a_{1n} \Delta X_n = 0 \\ \Delta X_2 - a_{21} \Delta X_1 - \dots - a_{2n} \Delta X_n = 0 \\ \vdots \\ \Delta X_j - a_{j1} \Delta X_1 - \dots - a_{jn} \Delta X_n = \Delta Y_j \\ \vdots \\ \Delta X_n - a_{n1} \Delta X_1 - \dots - a_{nn} \Delta X_n = 0 \end{cases} \quad (III)$$

Segundo Lantner (1972a), a linearidade deste modelo implica, quando variam simultaneamente os vários componentes da demanda final, a simples aditividade dos efeitos. Assim, o efeito ΔX_k de uma variação com uma única origem ΔY_j é, por definição, igual a:

$$\begin{aligned} \Delta X_k &= (I_{(j) \rightarrow k}^A) \Delta Y_j, \\ &\text{ou} \\ \Delta X_k &= \sum_{j=1}^n (I_{(j) \rightarrow k}^A) \Delta Y_j, k = 1, 2, \dots, n \quad (13). \end{aligned}$$

- **Influência relativa**

Por outro lado, o conceito de influência relativa do setor demandante (j) sobre o setor k , $I_{(j) \rightarrow k}^R$, indica a variação relativa induzida no setor k , quando se produz um aumento relativo inicial no setor demandante (j), isto é,

$$I_{(j) \rightarrow k}^R = \frac{\Delta x_k / x_k}{\Delta y_j / y_j} \quad (14)^{13}$$

Chamando $\Delta y_j / y_j = \mu_j$ e $\Delta x_k / x_k = P_k$ e lembrando que α_{ij} é a fração do produto do polo i , destinado ao consumo intermediário do polo j , e δ_j é a fração da produção de X_j destinada a satisfazer a demanda final ou coeficiente de demanda final, podemos exprimir as variações relativas da produção P_k em função da variação relativa da demanda μ_j :

$$(S_3) \begin{cases} P_1 - \alpha_{11}P_1 - \dots - \alpha_{1n}P_n = 0 \\ P_1 - \alpha_{21}P_1 - \dots - \alpha_{2n}P_n = 0 \\ \vdots \\ P_j - \alpha_{j1}P_1 - \dots - \alpha_{jn}P_n = \delta_j \mu_j \\ \vdots \\ P_n - \alpha_{n1}P_1 - \dots - \alpha_{nn}P_n = 0 \end{cases} \quad (IV).$$

Como exposto com relação à influência absoluta, a aditividade dos efeitos permite definir a variação relativa P_k do produto do setor produtivo k como uma combinação linear das variações relativas das demandas μ_j :

$$P_k = \sum_{j=1}^n (I_{(j) \rightarrow k}^R) \mu_j$$

$$P_k = \sum_{j=1}^n (I_{(j) \rightarrow k}^A) \mu_j \quad (15).$$

Essa expressão permite mostrar como a influência global incorpora os efeitos da influência relativa, $(I_{(j) \rightarrow k}^R)$, multiplicando-os pela variação relativa inicial da

¹³ Como assinalado por Morillas (1995), o conceito de influência pode ser interpretado como a elasticidade da produção em relação à demanda. Ver Mougeot, Duru e Auray (1980).

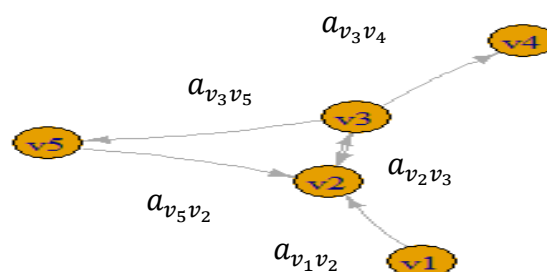
demanda final. A vantagem deste indicador é que introduz explicitamente os coeficientes técnicos e permite identificar as variações relativas dos produtos P_k como uma função da variação relativa inicial, μ_j .

- **Influência total**

Na maior parte das estruturas, existe uma multiplicidade de interações entre os vértices. Em particular, aqueles polos, dado qualquer caminho elementar, provavelmente estão relacionados a outros polos e a outras trajetórias. Isso possibilita a formação de circuitos, que amplificam e tornam mais complexa a influência direta entre os polos seguindo aquele caminho elementar.

Dado um caminho elementar $p = (i, \dots, j)$ com origem em i e destino em j , a influência total é a influência transmitida de i para j ao longo do caminho elementar p , incluindo todos os efeitos indiretos dentro da estrutura formada por aquele caminho. Isso mostra que os circuitos jogam um importante papel, uma vez que geram efeitos induzidos. Então, a influência total acumula, para dado caminho elementar p , a influência direta ao longo deste caminho e os efeitos indiretos induzidos pelos circuitos adjacentes àquele mesmo caminho. A figura 5 abaixo mostra um grafo da influência total:

Figura 5 - Grafo da influência total



Fonte: elaboração própria.

Segundo Morillas (1995), para obtermos a influência total, é necessário levar em consideração o papel do circuito ou componente fortemente conexo $s = (x, y, z)$. A influência direta entre os vértices i e y é $a_{xi}a_{yx}$, que é transmitido de volta ao caminho de y para x por meio de dois *loops*, resultando em um efeito combinado de

$[(a_{xi}a_{yx})(a_{xy} + a_{zy}a_{xz})]$, o qual, por sua vez, retransmite os efeitos de volta de x para y . Este processo fornece uma série de impulsos suavizados entre x e y ,

$$\begin{aligned} & (a_{xi}a_{yx})I \left\{ I + a_{yx}(a_{zy}a_{xz}) + [a_{yx}(a_{xy} + a_{zy}a_{xz})]^2 + \dots \right\} \\ & = (a_{xi}a_{yx})[I - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy}a_{xz})]^{-1} \quad (16). \end{aligned}$$

Para completar a transmissão da influência ao longo do caminho elementar p é necessário adicionar os efeitos provenientes do arco (y, j) , de modo que os efeitos devem ser multiplicados por a_{jy} :

$$\begin{aligned} I_{(i \rightarrow j)p}^T & = (a_{xi}a_{yx}a_{jy})[I - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy}a_{xz})]^{-1} \\ I_{(i \rightarrow j)p}^T & = I_{(i \rightarrow j)p}^D [I - a_{yx}(a_{xy} + a_{zy}a_{xz})]^{-1} \quad (17). \end{aligned}$$

Se chamarmos g ao produto das estimativas dos arcos do circuito p , simplificamos a equação acima através de uma série de potência:

$$I_{(i \rightarrow j)p}^T = I_{(i \rightarrow j)p}^D (1 + g + g^2 + g^3 + \dots) = I_{(i \rightarrow j)p}^D \frac{1}{1 - g} \quad (18)$$

Então, enquanto o primeiro termo do lado direito da equação acima é a influência direta, o segundo termo, $\frac{1}{1-g}$, é o multiplicador desse caminho elementar p . A equação acima se resume a:

$$I_{(i \rightarrow j)p}^T = I_{(i \rightarrow j)p}^D M_p \quad (19).$$

O multiplicador, M_p , do caminho p , captura a magnitude em que a influência direta, ao longo de uma trajetória p , é amplificada pelos efeitos de *feedback* dos circuitos adjacentes. Logicamente, pode haver mais de um caminho por meio do qual circule a influência de um vértice i sobre o vértice j . Neste caso, define-se a influência global de i sobre j como a soma das influências totais que transitam pelos n caminhos elementares existentes. Assim,

- Influência total, $I_{(i \rightarrow j)p}^T$: a influência transmitida seguindo um caminho elementar p , levando em consideração as repercussões secundárias sobre a estrutura devido a este caminho. Isso significa que a influência total adiciona para este caminho p a influência direta e os efeitos induzidos pelos circuitos;
- O multiplicador M_p do caminho elementar p : é a razão entre a influência total e a influência direta transitando pelo caminho p : $I_{(i \rightarrow j)p}^T = I_{(i \rightarrow j)p}^D M_p \rightarrow M_p = \frac{I_{(i \rightarrow j)p}^T}{I_{(i \rightarrow j)p}^D}$. Em outras palavras, o multiplicador M_p mede o poder de amplificação conferido ao caminho p pelos circuitos que lhes são adjacentes (Defourny e Marée, 1978).

A partir do teorema de Bott e Mayberry (1954), Lantner (1972a, 1974) afirma que o determinante associado a uma estrutura de trocas é uma função do valor dos grafos hamiltonianos parciais (GHP) representativos desta estrutura. Chamamos de grafo hamiltoniano parcial todo conjunto de *loops* e circuitos disjuntos¹⁴ tal que cada vértice do grafo de influência pertença a um *loop* ou a um circuito. Em uma estrutura com n polos, um GHP é um conjunto de circuitos de tamanho $\ell \in [1, n]$, tal que cada vértice do grafo pertença a um, e somente um, dos seus circuitos.

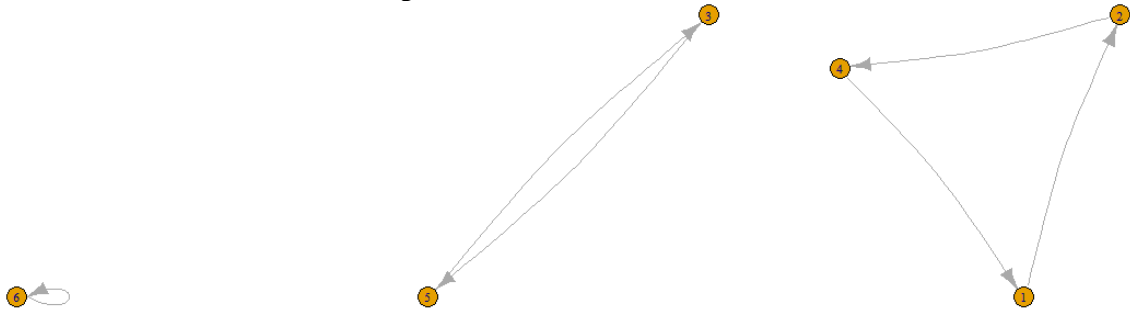
Na medida em que os vértices de um GHP só podem pertencer a um único circuito¹⁵, cada GHP é constituído necessariamente de n arcos ou laços. Esta é uma propriedade interessante, uma vez que significa que podemos associar duas permutações a cada um dos GHP: a primeira é composta do índice dos vértices do grafo disposto na ordem dos inteiros naturais e a segunda composta dos vértices de destino dos arcos do GHP, que corresponde a uma substituição sobre a primeira permutação.

À título de ilustração, o GHP seguinte:

¹⁴Grafo partido ou grafo de k -coloração é um grafo cujos vértices podem ser particionados em k conjuntos disjuntos, nos quais não há arestas entre vértices de um mesmo conjunto. Um grafo 2-partido é o mesmo que grafo bipartido.

¹⁵ De tamanho mínimo igual a 1 – um *loop* – e de tamanho máximo igual a n .

Figura 6 - Grafos hamiltonianos parciais



Fonte: elaboração própria.

Corresponde às permutações:

$P_1 = \{1,2,3,4,5,6\}$, que representa o conjunto dos polos fontes do GHP;

$P_2 = \{2,4,5,1,3,6\}$, que representa o conjunto dos polos receptores do GHP.

Por definição, o determinante de uma matriz quadrada de ordem n é igual à soma dos produtos dos n elementos da matriz pelo cofator associado a cada um dos elementos¹⁶. O determinante de uma matriz $[D]$ de ordem n , onde os elementos são notados como d_{ij} , é igual a:

$$\det[D] = \sum_{j=1}^n (-1)^{i+j} d_{ij} A_{ij} \quad (19).$$

Como o cofator A_{ij} é também um determinante, ele é igual à soma dos produtos dos $(n - 1)$ elementos restantes da matriz pelo respectivo cofator associado a cada elemento. O determinante de uma matriz quadrada de ordem n é assim definido pela soma do produto dos n elementos da matriz, cada um desses elementos sendo extraídos de diferentes linhas e colunas com relação aos outros. Esta definição sugere uma outra leitura do determinante que fará a ligação com a noção dos GHP: o determinante Δ é obtido calculando a soma de todos os produtos dos n elementos da matriz $[D]$, extraídos diferentes linhas e colunas. Seus produtos são afetados pelo sinal $(-1)^I$, I sendo o número de inversões apresentadas pela permutação dos índices j das colunas, os fatores do produto localizados seguindo os índices i das linhas na ordem natural.

O determinante Δ da matriz $[D]$ é:

¹⁶ O cofator associado a cada elemento é o determinante da matriz privado do elemento em questão.

$$\Delta = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \ddots & \cdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nn} \end{vmatrix}$$

Que pode ser escrito de forma equivalente como:

$$\Delta = (-1)^I \sum d_{1\alpha} d_{2\beta} \cdots d_{nv} \quad (20).$$

O somatório se estende a todas as permutações dos n primeiros inteiros naturais, com I sendo o número de inversões correspondentes à permutação $\{\alpha, \beta, \dots, v\}$. Na medida em que toda permutação dos n primeiros inteiros naturais define de maneira biunívoca um grafo hamiltoniano parcial, o determinante de uma estrutura de trocas é função do valor dos GHP associados a esta estrutura.

Chame b_h o número de *loops* e c_h o número de circuitos contidos no h -ésimo GHP associado à estrutura de trocas, e se Π_h é o produtos dos ganhos de seus *loops* e de seus circuitos, então o determinante da estrutura de trocas é dado por:

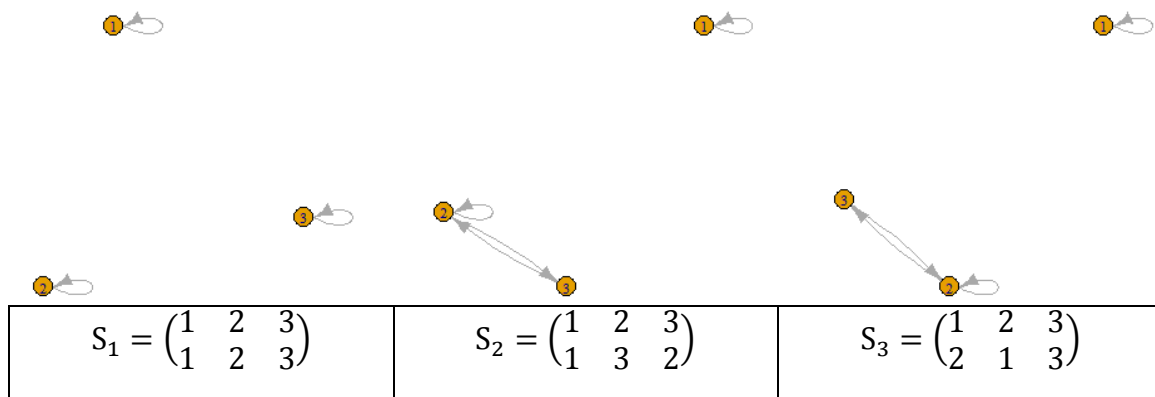
$$D = \sum_h (-1)^{b_h+c_h} \Pi_h \quad (21).$$

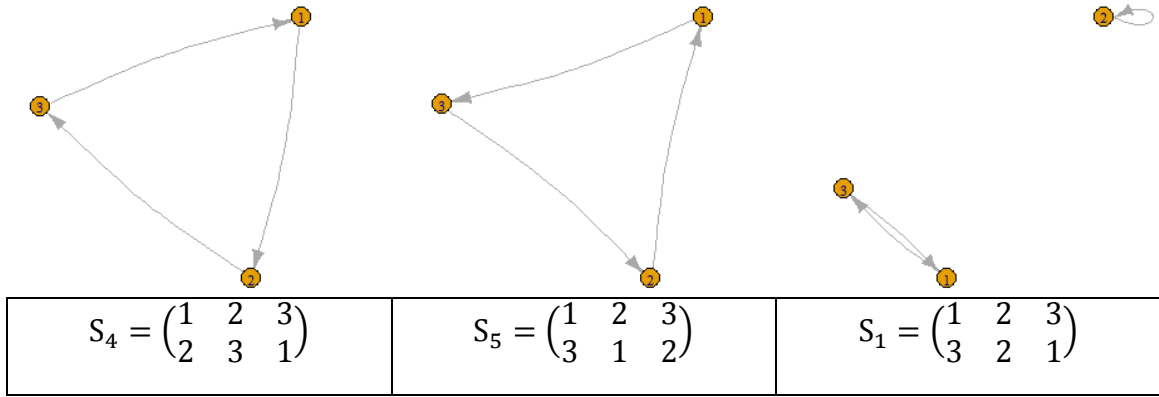
Seja uma estrutura com três polos, no qual o determinante é dado por:

$$\Delta = \begin{vmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} \end{vmatrix}$$

Como o grafo associado a este determinante é completo e orientado, existe $3! = 6$ GHP associados à estrutura correspondente.

Figura 7 - Grafos hamiltonianos parciais





Fonte: elaboração própria.

Podemos distinguir duas formas de calcular o determinante, obtendo, respectivamente:

$$\begin{aligned} \Delta &= (-1)^l \sum d_{1\alpha} d_{2\beta} \cdots d_{nv} \leftrightarrow \Delta \\ &= (-1)^0 d_{11} d_{22} d_{33} + (-1)^1 d_{11} d_{23} d_{32} + (-1)^1 d_{12} d_{21} d_{33} \\ &\quad + (-1)^2 d_{12} d_{23} d_{31} + (-1)^2 d_{13} d_{32} d_{21} + (-1)^3 d_{13} d_{31} d_{22} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= \sum_h (-1)^{b_h+c_h} \Pi_h \leftrightarrow D \\ &= (-1)^3 d_{11} d_{22} d_{33} + (-1)^2 d_{11} d_{23} d_{32} + (-1)^2 d_{12} d_{21} d_{33} \\ &\quad + (-1)^1 d_{12} d_{23} d_{31} + (-1)^1 d_{13} d_{32} d_{21} + (-1)^2 d_{13} d_{31} d_{22} \end{aligned}$$

Em ambos os casos, os termos do desenvolvimento dos determinantes Δ e D são iguais em valores absolutos. Esses termos possuem o mesmo sinal, quando o número de polos é par e possuem sinais opostos quando o sinal é ímpar. A regra de correspondência entre Δ e D é a seguinte:

$$\Delta = (-1)^n D = (-1)^n \sum_h (-1)^{b_h+c_h} \Pi_h \quad (22).$$

Podemos reescrever o determinante Δ sob uma forma mais simples, observando que cada GPH é, por definição, composto de n vértices, isto é, n arcos e *loops*. Seja b o número de *loops* e a o número de arcos em um GPH, então haverá necessariamente $a = n - b$. Portanto, o produto dos laços e dos circuitos associados a cada GPH, denotado por Π_h , comporta b_h termos positivos e $(n - b_h)$ termos negativos, que determinarão seu sinal:

$$\Pi_h = (-1)^{n-b_h} V_h \quad (23).$$

Sendo V_h o valor aritmético do produto dos ganhos dos *loops* e dos circuitos a expressão acima na equação que a precede, temos:

$$\begin{aligned} \Delta &= (-1)^n \sum_h (-1)^{b_h+c_h} (-1)^{n-b_h} V_h = (-1)^n \sum_h (-1)^{n+c_h} V_h = (-1)^{2n} \sum_h (-1)^{c_h} V_h \\ &= \sum_h (-1)^{c_h} V_h \quad (24). \end{aligned}$$

Existe uma boa correspondência entre o valor do determinante Δ e o valor dos grafos parciais hamiltonianos associados à estrutura de trocas. O determinante aparece como uma função do agenciamento interno da estrutura e constitui um bom indicador da difusão das perturbações na estrutura.

- **Dos grafos de influência aos indicadores estruturais**

A representação de um grupo de setores ou de indústrias como estruturas caracterizadas pelo fluxo contínuo de bens e serviços abre possibilidades de quantificação, a partir da teoria dos grafos de influência, das características topológicas dos tipos de estruturas que podemos observar na economia real. Uma caracterização fina dos diferentes tipos de estruturas produtivas deve ser dada segundo a natureza das respostas à questão central: qual é a sensibilidade da estrutura como um todo aos choques externos aos quais ela (estrutura e sub-estruturas) está sujeita?

Esta questão está fortemente ligada ao grau de “permeabilidade” de uma estrutura às influências exteriores advindas dos vários componentes da demanda final, por exemplo. Seria interessante verificar como os choques de demanda se transmitem entre os vários que compõem uma estrutura. Esses choques são amortecidos pelo conjunto dos setores ou somente por certos setores? Quais os respectivos graus de absorção dos polos?

Seguindo Lantner (1972a), vamos estudar nesta seção as características da estrutura por meio de uma análise quantitativa, que articula a interpretação econômica do determinante dada pela teoria dos grafos de influência e a estrutura das trocas de bens e serviços. Esta análise é realizada sobre a base de duas hipóteses relativas à estrutura:

- As relações entre a estrutura e seu ambiente são supostas fixas: para cada polo j , a proporção δ_j das demandas finais importadas do exterior da estrutura é dada;
- As relações intra-estrutura são supostas variáveis, isto é, os termos do determinante Δ são considerados como variáveis. O determinante é estudado como uma função de seus termos ou do arranjo interno da estrutura.
- **Estruturas autárquicas e a difusão mínima da influência**

A oferta de recursos primários, dada pelo exterior da estrutura, abre oportunidades adicionais de transmissão da influência entre os setores. À esta influência exterior podemos chamar “indução pela oferta”. Desse ponto de vista, podemos dizer que a estrutura é dependente do exterior. O determinante da matriz $[I - A]$ é definido como:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 - a_{11} & \cdots & -a_{1j} & \cdots & -a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{i1} & \cdots & 1 - a_{ij} & \cdots & -a_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{n1} & \cdots & -a_{nj} & \cdots & 1 - a_{nn} \end{vmatrix}$$

A soma dos termos da j -ésima coluna é igual a δ_j (a parte dos recursos do polo j fornecida pelo exterior da estrutura, ou seja, pelos recursos primários). A partir da equação 2

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + W_j \rightarrow W_j = X_j - \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (25).$$

Sabendo que $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \leftrightarrow x_{ij} = a_{ij}X_j$, podemos formar o seguinte conjunto de equações lineares simultâneas:

$$\begin{cases} W_1 = X_1 - x_{11} - x_{21} - \cdots - x_{n1} \\ \vdots \\ W_j = X_j - x_{1j} - x_{2j} - \cdots - x_{nj} \\ \vdots \\ W_n = X_n - x_{1n} - x_{2n} - \cdots - x_{nn} \end{cases} \quad (V).$$

Introduzindo os coeficientes técnicos, temos

$$\begin{cases} W_1 = X_1 - a_{11}X_1 - a_{21}X_1 - \dots - a_{n1}X_1 \\ \vdots \\ W_j = X_j - a_{1j}X_j - a_{2j}X_j - \dots - a_{nj}X_j \\ \vdots \\ W_n = X_n - a_{1n}X_n - a_{2n}X_n - \dots - a_{nn}X_n \end{cases} \quad (VI).$$

Dividindo ambos os lados por X_j , chegamos a $\delta_j = \frac{W_j}{X_j}$, logo

$$\begin{cases} \delta_1 = (1 - a_{11}) - a_{21} - \dots - a_{n1} \\ \vdots \\ \delta_j = -a_{1j} - a_{2j} - \dots + (1 - a_{jj}) - \dots - a_{nj} \\ \vdots \\ \delta_n = -a_{1n} - a_{2n} - \dots + (1 - a_{nn}) \end{cases} \quad (VII).$$

A soma dos termos de cada coluna da matriz $[I - A]$ é igual à proporção de recursos importados do exterior, que garante que todo o conjunto de recursos exógenos foi utilizado. Segundo Lantner (1974), a indução pela oferta transmitida a um polo j pode ser medida pela proporção dos recursos que esse polo importa para a estrutura; então δ_j é um bom indicador da indução da oferta transmitida ao polo j e chamamos de “indução do produto” a quantidade $\prod_{j=1}^n \delta_j$.

O interesse do teorema da indução do produto é que ele permite determinar o valor mínimo do determinante associado à uma estrutura de troca: o valor mínimo do determinante Δ , em função do arranjo interno da estrutura de trocas econômicas ao qual ele está associado, é igual à indução do produto exercida sobre a estrutura, isto é, ao produto das induções transmitidas pelo exterior aos polos da estrutura. Este valor assume valores positivos ou nulos.

$$\Delta \geq \prod_{j=1}^n \delta_j \geq 0 \quad (26).$$

É suficiente que ao menos um dos δ_j seja nulo para que o determinante seja igualmente nulo. A correspondência econômica desta propriedade matemática é, como uma condição suficiente de nulidade da transmissão da influência externa na estrutura, a ideia de que ao menos um dos polos da estrutura esteja “protegido” de toda a influência exterior em termos de influência.

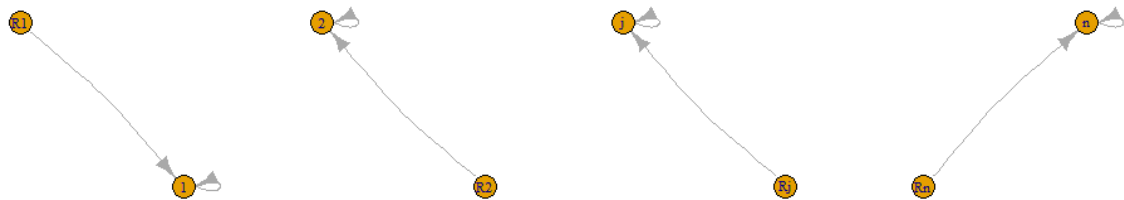
Podemos intuir que o determinante Δ terá seu valor mínimo no caso de uma autarquia integral dos polos *vis-à-vis* à estrutura. Nesse caso, as estruturas autárquicas são caracterizadas pela ausência de toda ligação entre os polos fontes de perturbação. Quando os polos estão isolados, as perturbações se limitam então aos polos envolvidos pela importação de recursos. Isso significa que não ocorrerá difusão das perturbações ao seio da estrutura, que agora é “impermeável” às influências externas.

De maneira geral, o grafo de influência de uma estrutura autárquica com n polos é dado pelo seguinte conjunto de equações:

$$\begin{cases} X_1 = a_{11}X_1 + \delta_1X_1 \\ \vdots \\ X_j = a_{jj}X_j + \delta_jX_j \\ \vdots \\ X_n = a_{nn}X_n + \delta_nX_n \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} \delta_1 = 1 - a_{11} \\ \vdots \\ \delta_j = 1 - a_{jj} \\ \vdots \\ \delta_n = 1 - a_{nn} \end{cases} \quad (VIII).$$

E sua representação em forma de grafo seria:

Figura 8 - Representação de estruturas autárquicas em forma de grafos



Fonte: elaboração própria.

A interpretação econômica do teorema da indução do produto pode ser enunciada da seguinte maneira: quando os recursos adicionais são enviados para um setor da estrutura, sendo totalmente auto-consumidos por esse mesmo setor, então a repercussão do choque exógeno inicial sobre os demais setores é mínima. As influências exteriores são bloqueadas no setor importador e a estrutura é perfeitamente impermeável.

- **O papel das circularidades na difusão global da influência**

Lantner (1972a, 1972b) explica as leis da difusão global das perturbações na estrutura utilizando o exemplo de um viajante ao longo de várias estações do metrô. A estrutura é assimilada a uma rede de transporte e a influência de uma perturbação exterior a um viajante atrasado, onde o ponto de partida será o polo de oferta dos recursos primários exógenos W_i . O caminho da influência é associado ao percurso

efetuado pelo viajante na rede de transporte. As probabilidades de passagem de uma estação a outra são dadas pelos coeficientes a_{ij} que avaliam os arcos. A difusão global na estrutura é elevada se o viajante alcança rapidamente o maior número de estações, isto é, se o choque exógeno se propaga rápida e fortemente entre todos os setores da estrutura. No caso trivial de uma estrutura autárquica, a difusão é mínima porque o viajante entra no caminho com o único destino possível que é a estação i .

No caso de uma estrutura não autárquica, uma questão de ordem mais geral diz respeito ao efeito das circularidades sobre o caminho da influência através da estrutura. Na medida em que o determinante é uma função crescente da difusão global da influência no interior da estrutura, podemos dizer que o efeito de retardo (*bouclage*) engendrado por um circuito não hamiltoniano¹⁷ (uma circularidade parcial) perturba a difusão da influência e reduz o valor do determinante. O determinante será uma função decrescente das circularidades parciais. Isto permite a formulação de outro teorema: o teorema do amortecimento devido às circularidades parciais. Este pode ser assim definido: no cálculo do determinante Δ , toda circularidade parcial entra negativamente no cálculo do determinante (Lantner, 1972a, 1972b, 1974).

A demonstração pode ser realizada a partir da equação $\Delta = (-1)^n D = (-1)^n \sum_h (-1)^{b_h + c_h} \Pi_h$, que define o determinante, no qual tentaremos identificar o papel de um circuito particular como C_i e constituído por k_i polos do circuito. Seja $-a_{ij} \in C_i$. Os grafos parciais hamiltonianos que constituem o circuito C_i , contêm por definição o arco $-a_{ij}$ e como seus GHP são formados de *loops* e de circuitos disjuntos¹⁸, eles não podem conter quaisquer dos outros arcos pertencentes ao polo i .

Entre os GHP contendo o circuito C_i , a soma $D = \sum_h (-1)^{b_h + c_h} \Pi_h$ equivale à:

- Calcular o ganho do circuito C_i . Uma vez que o circuito C_i contém k_i arcos avaliados negativamente, seu ganho será de sinal -1^{k_i} ;
- Afetar do sinal -1^1 , relativo à existência do circuito C_i que vamos associar aos GHP constituídos dos $(n - k_i)$ polos restantes;
- A multiplicar o valor algébrico de seus ganhos por $\sum_m (-1)^{b_m + c_m} \Pi_m$, onde Π_m é o produto dos ganhos dos *loops* e dos circuitos do m -ésimo GHP do grafo constituído dos $(n - k_i)$ polos restantes.

¹⁷ Um circuito não hamiltoniano é um circuito que passa apenas uma única vez pelos vértices de uma estrutura.

¹⁸ Um grafo pode ser decomposto em vários circuitos.

O determinante das sub-estruturas constituídas dos $(n - k_i)$ polos restantes se escreve:

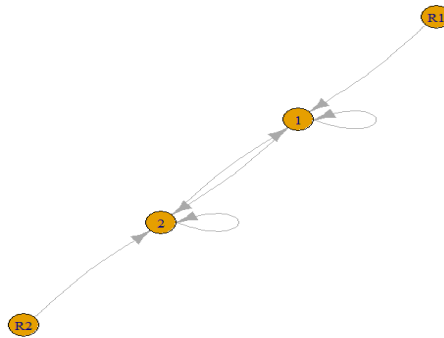
$$\Delta_{i,n-k_i} = (-1)^{n-k_i} \sum_m (-1)^{b_m+c_m} \Pi_m \quad (27).$$

Então podemos dizer que $\sum_m (-1)^{b_m+c_m} \Pi_m$ é possui sinal de $(-1)^{n-k_i}$. Segue-se que $D = \sum_h (-1)^{b_h+c_h} \Pi_h$ possui sinal $(-1)^{k_i}(-1)^1(-1)^{n-k_i} = (-1)^{n+1}$. Como $\Delta = (-1)^n D$, conclui-se que o circuito C_i intervirá com o sinal de $(-1)^n(-1)^{b+1} = -1$.

Em resumo, toda a circularidade parcial diminui o valor do determinante, isto é, a difusão da influência na estrutura. O efeito de retardo (*bouclage*) engendrado por um circuito perturba a difusão global por fracionar a influência sobre um número limitado de polos.

Se considerarmos que um *loop* não é outra coisa que um circuito de tipo particular, constituído de um único polo e um único arco, todo efeito de retardo devido às autarquias deveria igualmente diminuir o valor do determinante e perturbar a difusão da influência direta na estrutura. A demonstração desta intuição é dada pelo teorema dos *loops* devido às autarquias, que se enuncia: o determinante Δ de uma estrutura de trocas económicas é uma função decrescente das autarquias (Lantner, 1972a, 1974).

Figura 9 - Estrutura autárquica e o efeito de retardo



Fonte: elaboração própria.

No qual cada boucle $(1 - a_{ii}) = \beta_{ii}$. O determinante desta estrutura será:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \beta_{11} & -a_{12} \\ -a_{21} & \beta_{22} \end{vmatrix} \leftrightarrow \Delta = \beta_{11}\beta_{22} - a_{12}a_{21} \quad (28).$$

Agora suponha que os auto-consumos do polo 1 aumentam de $\epsilon > 0$ em detrimento de seu polo fornecedor 2. O novo determinante será:

$$\begin{aligned} \Delta' &= \begin{vmatrix} \beta_{11} - \epsilon & -a_{12} \\ -a_{21} + \epsilon & \beta_{22} \end{vmatrix} \rightarrow \Delta' = (\beta_{11} - \epsilon)\beta_{22} - a_{12}(a_{21} + \epsilon) \\ &= \underbrace{\beta_{11}\beta_{22} - a_{12}a_{21}}_{\Delta} - \beta_{22}\epsilon - a_{12}\epsilon = \Delta - \epsilon(\beta_{22} + a_{12}) \quad (29). \end{aligned}$$

Assim, $\epsilon(\beta_{22} + a_{12}) > 0 \rightarrow \Delta < \Delta'$. Toda autarquia diminui o valor do determinante associado à estrutura. Isso significa dizer que os *loops* entravam a difusão da influência por toda a estrutura, como no caso das circularidades parciais.

A identificação do papel das circularidades parciais e dos *loops* na difusão global da influência por meio da estrutura nos leva a perguntar sobre as modificações da qualidade da difusão (medida pelo determinante) e de suas modificações, quando mudamos o nível da decomposição estrutural. A ideia intuitiva segundo a qual a difusão da influência será maior em uma parte da estrutura do que na estrutura completa¹⁹ é validada por um teorema chamado teorema do amortecimento cumulativo, que se enuncia como segue: o determinante Δ relativo ao conjunto de uma estrutura é inferior ou igual a todo determinante relativo a uma sub-estrutura dessa estrutura.

Então, a adição sucessiva de linhas e colunas, ou seja, de polos suplementares à estrutura original, implicará em um retardamento da influência. Ao contrário, a retirada sucessiva de linhas e colunas de uma estrutura implicará em determinantes sucessivamente maiores. Nesse último caso, o limite será atingido quando a estrutura for composta por apenas um polo autárquico.

Para compreender o raciocínio, Gallo (2006) parte da adição de um polo suplementar à estrutura original, desenvolvendo o novo determinante Δ' com relação à primeira linha:

$$\Delta' = (1 - a_{11})A_{11} + \sum_{j=2}^n -a_{j1}A_{1j} \quad (30).$$

Com $A_{11} = \Delta$, o cofator do termo $(1 - a_{11})$. Pelo corolário do teorema do amortecimento devido às circularidades parciais:

¹⁹ “L’addition de nouveaux pôles devrait aboutir à un amortissement cumulatif de l’influence initiale dont la diffusion serait entravée par les blocages supplémentaires: em d’autres termes, la tâche de notre voyageur, vecteur d’influence ayant pour mission d’atteindre toutes les stations, ne saurait être simplifiée par la multiplication de ces dernières” (Lantner, 1972a).

$$-a_{ij}A_{ij} \leq 0 \rightarrow \sum_{j=2}^n -a_{j1}A_{1j} \leq 0 \quad (31).$$

Deduzimos que $(1 - a_{11})\Delta \geq \Delta'$. Ao contrário, como $(1 - a_{11}) \leq 1$, podemos escrever $(1 - a_{11})\Delta \leq \Delta$. As duas propriedades precedentes permite concluir que $\Delta' \leq \Delta$.

Esse teorema é um dos resultados fundamentais da teoria dos grafos de influência, porque enuncia que, admitindo que o determinante seja um indicador da difusão global da influência em uma estrutura, toda a agregação de um polo suplementar na estrutura retarda a dispersão da influência pelos setores da economia. Contudo, isso só é válido se a adição de um polo é acompanhada de *loops* e/ou circularidades suplementares parciais.

Não haverá nenhuma amortização da transmissão da influência associado ao polo suplementar se, e somente se,

- Esse novo polo não é auto-consumidor $a_{11} = 0$, que se traduz pela ausência de *loop*;
- Esse polo não adiciona qualquer circularidade às já existentes, isto é, se $\sum_{j=2}^n -a_{j1}A_{1j} = 0 \leftrightarrow a_{j1} = 0$ ou $A_{1j} = 0$.

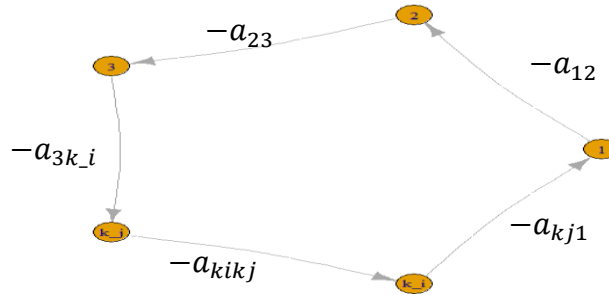
- **As estruturas circulares e a difusão máxima da influência**

Contrariamente às circularidades parciais que correspondem aos circuitos não hamiltonianos, as circularidades globais dizem respeito aos circuitos transitando pela totalidade dos polos da estrutura. Como no caso dos primeiros, essas influências retardam a difusão da influência na estrutura, mas a perturbação que elas engendram é de uma natureza distinta: enquanto que as circularidades parciais bloqueiam o caminho da influência no interior da estrutura, as circularidades globais geram circuitos curtos, que diminuem igualmente o valor do determinante.

O teorema do circuito curto se enuncia da seguinte forma: todo circuito curto de um circuito existente diminui o valor do determinante, Δ (Lantner, 1972a, Lantner e Lebert, 2013).

À título de ilustração, considere um circuito C_i de tamanho k_i representado pelo grafo abaixo:

Figura 10 - Representação de uma estrutura circular através de um grafo



Fonte: elaboração própria.

Esse circuito intervém no valor do determinante Δ da estrutura a qual pertence pela expressão:

$$-x = -C_i \Delta_{i,(n-k_i)} \quad (32).$$

Com C_i como o valor absoluto do ganho do circuito e $\Delta_{i,(n-k_i)}$ o determinante da sub-estrutura composta dos $(n - k_i)$ polos restantes. O valor absoluto do produto dos coeficientes ponderando os arcos do circuito é dado por;

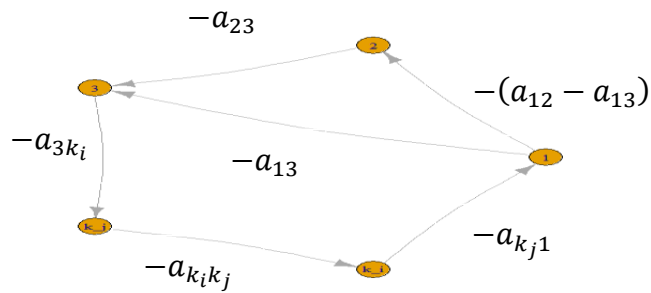
$$C_i = K a_{12} a_{23} \quad (32).$$

Com K como o valor absoluto do produto dos coeficientes dos $k_i - 2$ arcos. Assim, podemos escrever

$$x = K a_{12} a_{23} \Delta_{i,(n-k_i)} \quad (33).$$

Sobre a situação representada pelo grafo acima, o polo 1 é um fornecedor indireto do polo 3, intermediado pelo polo 2. Suponha que o polo 1 torne-se fornecedor direto do polo. Esta nova relação entre 1 e 3 atuará como circuito curto em detrimento do polo 2 e obtemos um novo grafo:

Figura 11 - Adição de um circuito curto em uma estrutura circular



Fonte: elaboração própria.

No desenvolvimento do determinante aparecem então não somente um circuito longo, que transita pelo polo 2, mas também um circuito curto. A contribuição do circuito longo C_i no valor do determinante é dada por

$$-x' = -K(a_{12}a_{13})a_{23}\Delta_{i,(n-k_i)} \quad (34).$$

E o do circuito curto, C_j , de tamanho $(k_i - 1)$ é dado por

$$-y' = -Ka_{13}\Delta_{j,(n-k_i+1)} \quad (35).$$

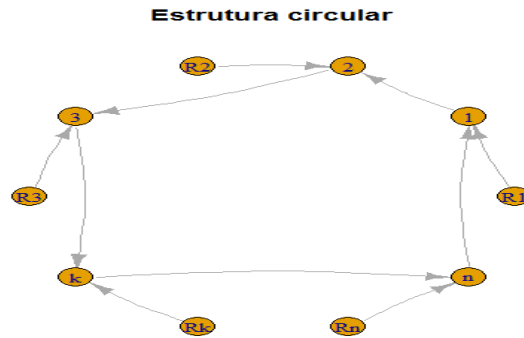
A redução do valor do determinante, seguido da introdução do arco $-a_{13}$, que introduz um circuito curto no circuito longo C_i , é $(x' + y') \geq x$.

Uma vez que identificamos o papel negativo (medido pela queda do valor do determinante) das circularidades globais na difusão da influência, uma outra questão diz respeito a magnitude dos respectivos efeitos das circularidades globais e parciais. Nesse contexto, o corolário do teorema do circuito curto afirma que as circularidades parciais entram mais a difusão direta do que as circularidades globais (Lantner 1972a, 1972b).

Isto permite-nos distinguir vários níveis de desempenho em termos de difusão em função da natureza das circularidades de cada sub-estrutura identificada por uma decomposição estrutural. Se houver várias qualidades de difusão em função das respectivas configurações, podemos investigar qual é a configuração correspondente ao determinante máximo, isto é, à difusão máxima na estrutura.

Afim de ilustrar esse ponto, seja uma estrutura com n setores reduzida a um circuito hamiltoniano único, sem autarquias, representada pelo seguinte grafo:

Figura 12 - Representação de uma estrutura circular sem autarquias



Fonte: elaboração própria.

Nesta configuração, cada pólo j é aprovisionado por duas fontes distintas²⁰:

- O pólo que o precede (seu antecedente) na proporção a_{ij} ;
- O exterior na proporção δ_j de seu produto final.

Por exemplo, a proporção dos recursos que o pólo 3 recebe do pólo 2 é: $a_{23} = (1 - \delta_3)$. Chamemos Δ^* o determinante desta estrutura:

$$\Delta^* = \begin{vmatrix} 1 & -(1 - \delta_2) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -(1 - \delta_3) & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -(1 - \delta_j) & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -(1 - \delta_1) & 0 & \dots & \dots & 1 \end{vmatrix}.$$

Se desenvolvermos esse determinante com relação à primeira coluna, obtemos a seguinte expressão:

$$\Delta^* = 1A_{11} - (1 - \delta_1)A_{n1} = 1 \cdot 1 \cdot A_{22} - (1 - \delta_1)A_{n1} = 1^n - (1 - \delta_1)A_{n1} = 1 - (1 - \delta_1)A_{n1} \quad (38).$$

Caso contrário, $A_{n1} = (1 - \delta_2)A_{12} \rightarrow \Delta^* = 1 - (1 - \delta_1)(1 - \delta_2)A_{12}$.

Desenvolvendo sucessivamente os cofatores, obtemos:

$$\Delta^* = 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \delta_j) \quad (39).$$

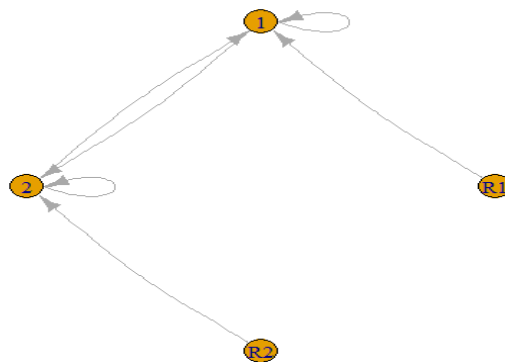
Podemos introduzir uma redução infinitesimal $\varepsilon_{i,i+1}$ da parte dos aprovisionamentos do pólo i ao pólo $i + 1$. Na medida em que, por hipótese, a

²⁰ Assim, a produção X_j de cada pólo é definida por: $X_j = x_{ij} + R_j$, com $x_{ij} = 0 \forall i \neq j - 1$. Se queremos investigar os coeficientes técnicos, basta dividir ambos os termos da expressão acima por X_j , de modo que $1 = a_{ij} + \delta_j \leftrightarrow a_{ij} = 1 - \delta_j$.

proporção dos recursos importados do exterior da estrutura, δ_i , é suposto constante, esta redução dos aprovisionamentos se faz em benefício de um ou vários outros polos da estrutura²¹.

A introdução das novas relações de aprovisionamento entre os polos corresponde graficamente a adição de novos arcos, que engendram os circuitos curtos da circularidade global. Esta análise do determinante estabelece o determinante de uma estrutura circular como um limite superior dos outros determinantes. Considere o seguinte exemplo de uma estrutura circular com dois polos:

Figura 13 - Grafo representando uma estrutura de trocas com dois polos



Fonte: elaboração própria.

Cada polo importa metade de seus recursos do exterior da estrutura²². O determinante desta estrutura é igual a:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0,8 & -0,4 \\ -0,3 & 0,9 \end{vmatrix} = 0,6$$

Para encontrar uma estrutura circular em sentido estrito, isto é, uma estrutura com um único circuito hamiltoniano considerado como o maior “difusor”, é suficiente suprimir os auto-consumos (autarquias). Neste caso, o valor do determinante é:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -0,5 \\ -0,5 & 1 \end{vmatrix} = 0,75$$

$$\text{O valor } \Delta^* = 1 - \prod_{j=1}^2 (1 - \delta_j) = 1 - (1 - 0,5)(1 - 0,5) = 0,75.$$

²¹ A propriedade de base é definida pela equação seguinte: $a_{ij} + \delta_j = 1$. Uma variação em a_{ij} é compensada pelos outros termos.

²² Relembre que $\delta_1 = 1 - a_{11} - a_{21}$ e $\delta_2 = 1 - a_{12} - a_{22}$.

A análise dos dois grandes tipos de circularidade conduz finalmente à dois tipos de resultados. Em primeiro lugar, a circularidade em uma estrutura amortece a difusão da influência entre os polos desta estrutura, e isto independentemente da sua natureza. Do ponto de vista da análise estrutural, toda circularidade conta negativamente para o valor do determinante.

Em segundo lugar, além desta propriedade geral, é importante distinguir entre as circularidades parciais e as circularidades globais, porque elas se diferenciam pelo grau ao qual afetam o valor do determinante. As circularidades globais correspondem ao circuito curtos na transmissão da influência, e, por sua natureza, geram perturbações na transmissão daquela influência. Contudo, *vis-à-vis* às circularidades parciais, seu efeito é menos perturbador. Sua diferença de natureza se exprime na oposição entre os dois casos extremos da configuração estrutural, que são, por um lado, a estrutura circular em sentido estrito, correspondendo ao determinante máximo, e a estrutura autárquica, que corresponde ao determinante mínimo.

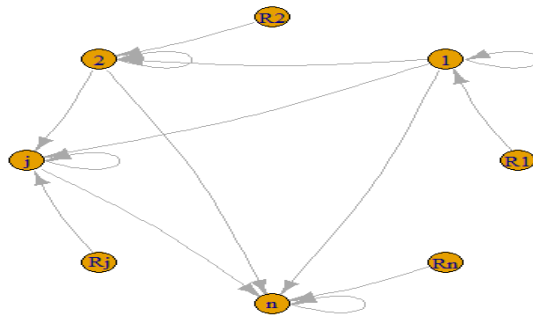
- **As estruturas triangulares e a ausência total de circularidade**

Uma estrutura triangular é definida por um arranjo das relações entre os polos, de tal modo que os fluxos circulam no mesmo sentido e na direção de um único polo. A consequência desta característica é a ausência de circuito ou de efeitos de retroalimentação, uma vez que este requer que os insumos “caminhem” em várias direções. A orientação unívoca dos polos determina uma ordem imutável de transmissão dos choques externos. Assim, uma perturbação no polo i se transmitirá aos polos de ordem superior, mas não afetará jamais os polos de ordem inferior²³.

Por definição, em uma estrutura triangular, todos os arcos são orientados no mesmo sentido e na direção de um único polo de destino. Toda variação na demanda final, por exemplo, que afeta uma indústria se propaga na direção das indústrias situadas a jusante seguindo uma determinada ordem, independentemente das indústrias situadas a montante (Aujac, 1960). O grafo de uma estrutura triangular com n polos é o seguinte:

²³ A triangularização de uma tabela insumo-produto implica em encontrar uma permutação sobre linhas e colunas dessa tabela. As indústrias ofertando principalmente para a demanda final aparecerão na parte superior da tabela, dada a nova ordenação das indústrias, enquanto que aquelas indústrias ofertando principalmente insumos intermediários aparecerão na parte inferior dessa tabela. Em outras palavras, a triangularização de uma matriz de insumo-produto permite encontrar uma hierarquia industrial, mostrando a relação de dependência de cada indústria em relação aos demais setores do sistema produtivo.

Figura 14 - Grafo representando uma estrutura de trocas triangular
Estrutura triangular



Fonte: elaboração própria.

O determinante associado a uma estrutura desta natureza é o seguinte:

$$\Delta = \begin{vmatrix} (1 - a_{11}) & \cdots & -a_{1j} & \cdots & -a_{1n} \\ 0 & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & (1 - a_{jj}) & \vdots & -a_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \cdots & (1 - a_{nn}) \end{vmatrix}.$$

Seguindo a abordagem habitual, o desenvolvimento de Δ com relação à primeira coluna é dado:

$$\Delta = (1 - a_{11})A_{11} = (1 - a_{11})(1 - a_{22})A_{22} \quad (40).$$

Desenvolvendo sucessivamente os cofatores da equação chegamos a um novo determinante:

$$\Delta = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) \quad (41).$$

Aqui encontramos uma propriedade geral das matrizes triangulares, a saber: seu determinante é definido pelo produto dos termos da diagonal principal. Levando em consideração a forma das matrizes associadas aos sistemas de insumo-produto, sabemos que o valor do determinante de uma estrutura triangular estará entre 0 (autarquia estrita

por pelo menos um polo) e 1 (caso de ausência de autarquia para todos os polos, $a_{jj} = 0 \forall j$)²⁴.

Assim, a difusão da influência nas estruturas triangulares será máxima quando eles não exibem qualquer autarquia. Esta propriedade está limitada ao caso no qual o polo 1 é o que recebe a perturbação exterior. Devido ao sentido unívoco dos fluxos entre os polos da estrutura, quanto mais próximo o polo que recebe o choque externo está do polo terminal, menos satisfatória será a difusão desse “choque” na estrutura.

A análise realizada até aqui possibilita a interpretação de uma estrutura de trocas, seja de uma estrutura produtiva ou de uma estrutura comercial, a partir das noções de triangularidade, interdependência, autarquia e circularidade. Contudo, nada dissemos sobre as subestruturas que compõem a estrutura original. A utilização dos grafos hamiltonianos parciais serve ao propósito de uma análise de decomposição, mas nada diz sobre a possibilidade de extrairmos alguns vértices (firmas, setores, países ou regiões) da estrutura original. Se a análise através de grafos hamiltonianos parciais serve a objetivos de decomposição das trajetórias da influência, a utilização do método da extração tem por base análises de hierarquias das subestruturas resultantes da extração hipotética de um setor i , por exemplo.

A complexidade de uma estrutura de trocas surge como um resultado do processo de gradual complicação da rede de interdependências hierárquicas econômicas entre os setores, regiões, países e todos os possíveis subsistemas. Em outras palavras, um sistema de trocas pode ser analisado a partir da estrutura geral, Δ , assim como de suas subestruturas, ou seja, dos subdeterminantes que compõem a estrutura, digamos Δ_i . Imagine um sistema de trocas²⁵ composto por três setores: sejam eles 1, 2 e 3. O determinante dessa estrutura pode ser calculado como:

$$\Delta = \begin{vmatrix} (1 - a_{11}) = \beta_1 & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) = \beta_2 & -a_{23} \\ -a_{31} & -a_{32} & (1 - a_{33}) = \beta_3 \end{vmatrix}$$

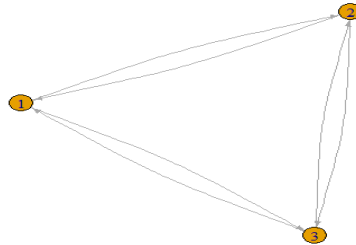
²⁴ Notando que o polo 1 é provisionado exclusivamente pelo exterior da estrutura e por ele mesmo, $\delta_1 = 1 - a_{11}$. O determinante pode ser reescrito como $\Delta = \delta_1 \prod_{j=2}^n a_{jj}$.

²⁵ Todo modelo estudando as relações quantitativas entre os elementos de uma estrutura pode ser apresentado como um sistema de equações lineares simultâneas, no qual a mudança de uma variável envolve a variação de outras variáveis. Neste sentido, as equações sublinham variáveis independentes e variáveis dependentes. Nas análises de insumo-produto, estas mudanças autônomas podem afetar os insumos ou os produtos da estrutura. A escolha entre estas duas hipóteses condiciona o avanço da influência através da estrutura e define os modelos como *demand-driven* e *supply-driven* (Lequex, 2002).

$$\Delta = (\beta_1\beta_2\beta_3) + (-1)a_{21}a_{32}a_{13} + (-1)a_{12}a_{23}a_{31} - [a_{31}\beta_2a_{13} + \beta_1a_{32}a_{23} + a_{21}a_{12}\beta_3]$$

E seja o grafo representativo dessa matriz A :

Figura 15 - Grafo de uma estrutura de trocas com três setores



Fonte: elaboração própria.

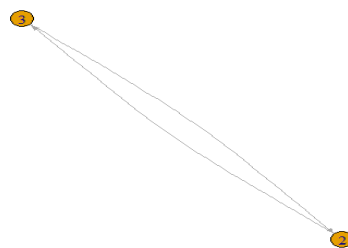
Agora suponha que extraímos a primeira linha e a primeira coluna da matriz original, de modo que temos uma nova matriz

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} (1 - a_{22}) = \beta_2 & -a_{23} \\ -a_{32} & (1 - a_{33}) = \beta_3 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_1 = \beta_2\beta_3 - [a_{23}a_{32}].$$

O que corresponde ao seguinte sub-grafo:

Figura 16 - Sub-grafo de uma estrutura de trocas com dois setores



Fonte: elaboração própria.

A extração hipotética do setor 1 resulta em perdas de ligações entre este setor e os demais, ocasionando o surgimento de uma “nova” estrutura menos densa e, portanto, menos complexa desde o ponto de vista do grau de inter-relação setorial. A análise realizada através desse procedimento tem a vantagem de ser qualitativa e quantitativamente interessante para a construção de indicadores estruturais. Além disso, essas subestruturas jogam diferentes papéis na difusão de encadeamentos.

Os vários sub-determinantes calculados a partir de dada estrutura de trocas podem ser ranqueados de acordo com suas importâncias relativas na estrutura. Se tomarmos a estrutura de trocas de um mesmo país ou região em dois momentos distintos, podemos calcular a importância relativa de um setor a partir de sua participação no Produto Interno Bruto (PIB). Esse é o procedimento habitual nos estudos de mudança estrutural. Em que pese o apelo intuitivo dessa abordagem e a facilidade no cálculo (depois de corrigidos os preços relativos), não é possível compreender exatamente o que a economia poderia perder, em termos de interrelações entre os setores, caso esse setor fosse extraído hipoteticamente.

O método de extração de linhas e colunas da matriz A foi proposto originalmente por Paelinck et al. (1965) e posteriormente desenvolvido por Strassert (1968), Schultz (1977), Cella (1984), Clements (1990) e em sua forma mais sintetizada por Dietzenbacher et al. (1993). Em todas essas versões a hipótese implícita é a de linearidade dos elementos da economia, isto é, dada uma mudança percentual no nível de demanda final, haverá uma mudança correspondente no nível do produto.

A partir dessa abordagem, é possível obter os efeitos das eliminações parciais através da diferença entre a estrutura sem e com o setor extraído²⁶(doravante, MEH, método de extração hipotética). Esta abordagem é tipicamente adotada em modelos multissetoriais para “eleger” seus setores-chave em termos de sua relevância econômica ou peso implícito. O método de extração resulta em um aperfeiçoamento em relação ao método de encadeamentos, o qual mede a importância do setor-chave meramente em termos de simples médias (ponderadas ou não) dos coeficientes técnicos. O MEH, em contraste, pondera o setores-chave por meio de simular a eliminação dos vértices ou setores da rede de conexões de uma estrutura. A extração permite calcular empiricamente a perda do produto diante da extração daquele setor. Em outras palavras,

²⁶ Na década de 1970, Diamond (1976) apontou algumas limitações dos modelos de relações interindustriais, revelando a aparente ausência de influências sobre a análise dos setores-chave, tendo em vista que a demanda final era exógena aos modelos. Diamond endogeneiza a demanda final, fechando, assim, o sistema pela inserção da demanda dentro do sub-sistema.

esse método quantifica o grau de dependência de uma economia em relação àquele setor.

O principal ponto de partida é o modelo aberto estático de Leontief (Miller e Blair, 2009), dado por $x = Ax + Y$, onde x é o vetor endógeno $n \times 1$ de produção total dos n setores, A uma matriz quadrada de coeficientes técnicos e Y é o vetor exógeno $n \times 1$ de demanda final. Em sua forma reduzida o modelo é $x = LY$. Onde I é a matriz identidade e $(I - A)^{-1}$ é a inversa de Leontief. Para estimar a importância de um setor i na economia, deleta-se a i -ésima linha e coluna da matriz A e, então, utilizando a equação da inversa de Leontief, calculam os produtos a partir dessa forma reduzida da estrutura (o vetor de demanda final também exclui o i -ésimo componente, Y_i). A diferença entre o produto total da economia antes e depois da extração (chamado “*total linkage*”) mede o estímulo ou a importância relativa do setor i para a economia²⁷.

A análise realizada até aqui permite que coloquemos o problema de identificação do setor chave. Denote por A^{-i} a nova matriz de coeficientes técnicos derivada da matriz original A , colocando zero em todos os elementos da i -ésima linha e coluna. A hipótese crucial subjacente a esta abordagem é que, em um novo sistema sem o setor i , a estrutura de insumos de todos os outros setores, sendo $i \neq j$, permanece constante. Do ponto de vista econômico, está suposto que a extração do setor i será substituída por importações, que fornecerá os insumos de modo a satisfazer a demanda intermediária dos demais setores e a demanda final pelo bem i .

O ponto da questão é que tomando todos os outros coeficientes de insumos como fixos, os resultados dependerão somente da eliminação do setor i , o qual agora não está mais participando dos circuitos envolvidos na estrutura de trocas. O vetor da produção total, depois de extrair o setor i , é $x^{-i} = L^{-i}Y^{-i}$, onde $L^{-i} = (I - A^{-i})^{-1}$, enquanto Y^{-i} é o mesmo vetor Y , exceto pela i -ésima linha que agora é zero. Segundo Dietzenbacher (1993), a razão para excluir Y^{-i} é que quando o setor i deixa de existir, a sua influência exercida pelos vários componentes da demanda deveria ser zero, $Y^{-i} = 0$.

As diferenças desta abordagem relativamente àquela desenvolvida por Ponsard (1967a, 1967b) e posteriormente por Lantner (1972b, 1974), Gazon (1976), Lantner e Carluer (2004) e Lantner e Lebert (2013) são duas: i) estes autores utilizam os

²⁷ O método foi criticado pela razão de que não distingue o *linkages* total em *backward* e *forward linkages* (Dietzenbacher e van der Linden, 1997). Para uma revisão da literatura sobre o MEH ver (Miller e Blair, 2001, 2009)

determinantes das matrizes $(I - A)$ ou $(I - T)$, e não matriz inversa de Leontief; e ii) integram à análise de insumo-produto a noção, retirada da abordagem dos grafos de influência, de circuitos ou circularidades existentes em uma estrutura de trocas. A utilização do método de extração pode ser aplicada ao campo dos grafos de influência, tendo em vista que este também se utiliza das noções de extração (e decomposição) para analisar sub-grafos e sub-determinantes de uma sub-estrutura de trocas. Isso mostra como ambas as abordagens podem ser complementares no estudo dos setores-chave de uma economia.

Para compreendermos formalmente o raciocínio a partir dos determinantes de uma matriz de trocas, partimos de dada estrutura e de seu determinante Δ . Agora suponha que, ao invés de extrairmos um setor, adicionemos mais um setor à estrutura original. Se desenvolvermos o novo determinante Δ^{+j} com relação à primeira linha, como mostrado anteriormente:

$$\Delta^{+j} = -a_{1j}D_{1j} \leq 0 \rightarrow \sum_{j=2}^n -a_{1j}D_{1j} \leq 0.$$

Deduzimos que $(1 - a_{11})\Delta \geq \Delta^{+j}$. Mas como $(1 - a_{11}) \leq 1$, temos que $(1 - a_{11})\Delta \leq \Delta$. Assim, podemos concluir que $\Delta^{+j} \leq \Delta$ (Gallo, 2006). Agora pensando em termos de extração, está claro que teremos o resultado oposto, com $\Delta^{-i} \geq \Delta$. Desde um ponto de vista da teoria dos grafos, isso significa ranquear as subestruturas do grafo original.

Dado um grafo orientado $G = (V, E)$ e um número inteiro positivo d , removemos todos os vértices com grau menor²⁸ do que d e seus arcos incidentes de G . Repetimos este processo sequencialmente até que todos os vértices sejam extraídos, isto é, que nenhum vértice a mais possa ser extraído, formando um novo grafo G_d . Cada vértice em G_d é adjacente a ao menos d vértices em G_d . Caso G_d não tenha vértices, então G_\emptyset . Tendo em vista essas considerações, construímos uma sequência de subgrafos $G \supseteq G_1 \supseteq G_2 \dots \supseteq G_l \supseteq G_{l+1} = G_\emptyset$, onde $G_l \neq G_\emptyset$ e contém ao menos $l + 1$ vértices²⁹.

O seguinte exemplo numérico mostra que podemos hierarquizar não apenas os setores, mas também as subestruturas que resultam das extrações sequenciais de linhas e

²⁸ Lembrando que o grau de um vértice v é definido, segundo Berge (2001), como o número de arcos incidentes para com este vértice, sendo que os laços contam duas vezes.

²⁹ Onde \supseteq indica que G é um super-conjunto de G_1 , de modo que G deve ter mais elementos do que G_1 .

de colunas, satisfazendo simultaneamente as condições de Hawkins-Simon. Considere a seguinte matriz $|I - A|$:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 0.90 & -0.25 & 0 \\ -0.25 & 0.90 & -0.33 \\ -0.05 & -0.15 & 0.75 \end{vmatrix} = 0.51 > 0.$$

Procedamos a retirada da primeira linha e da primeira coluna, de modo que tenhamos a seguinte matriz reduzida:

$$\Delta^{-(1,1)} = \begin{vmatrix} 0.90 & -0.33 \\ -0.15 & 0.75 \end{vmatrix} = 0.63 > 0.$$

E extraindo o setor 2, vem:

$$\Delta^{-(2,2)} = |0.75| = 0.75 > 0.$$

Logo, $\Delta < \Delta^{-(1,1)} < \Delta^{-(2,2)}$, o que garante a existência da inversa de Leontief, uma vez que todos os menores principais são maiores do que zero, e, do ponto de vista dos grafos de influência, permite hierarquizar as subestruturas. Em termos intuitivos, temos que em estruturas mais densas ou interconectadas, como no primeiro caso, a complexidade da rede, com um maior número e peso dos caminhos não hamiltonianos e dos *loops*, é superior ao último caso. Essa é uma forma alternativa de mostrar como o determinante de uma estrutura aumenta (diminui) com a ausência (presença) de circuitos de retroalimentação ou de circularidades na estrutura (Lantner, 1972a; Lantner, 1972b; Lantner, 1974).

Em um certo sentido, essa interpretação do MEH guarda relações com a abordagem desenvolvida por Cella (1984), embora aqui não tenhamos a preocupação de medir explicitamente a perda de produto resultante da extração de um setor. A semelhança deriva do fato de que Cella (1984) está mais interessado nas interdependências entre os setores do que nas intra-setoriais ou “*within-block linkages*” (Miller e Blair, 2009). Seguindo a proposta de Cella (1984), ainda que não a mostremos formalmente, o MEH, então, quantifica a relevância de um setor em termos de suas contribuições externas, isto é, “*out-block*”, às interdependências.

Um caso particular desse caso mais geral ocorre quando extraímos linhas e colunas, sem que essa extração seja sequencial. Se tomarmos a diferença entre $\Delta^{-i} - \Delta$, temos outra forma de medir a importância dos setores extraídos. Como podemos perceber, esse método possui o “espírito” do método de extração hipotética proposto por Cella (1984). Podemos perceber a existência de certas similaridades e distinções entre as abordagens dos indicadores clássicos de encadeamentos e ambos os métodos de extração, o que sugere que o uso combinado é não somente possível de um ponto de vista puramente teórico, mas também como um exercício empírico.

Um critério para estimar, a priori, a importância relativa dos setores de uma estrutura produtiva pode ser formulado determinando-se os sub-determinantes da nova estrutura sem o respectivo setor extraído. Essa extração permite verificar quantitativa e qualitativamente a importância de um vértice ou setor no processo de intermediação dos fluxos de bens e serviços. Aqui a importância recai sobre o vértice ou o setor, enquanto no caso dos grafos parciais a importância está no peso das relações entre dois vértices quaisquer.

Então, do ponto de vista da análise econômica, o estudo de grafos hamiltonianos parciais ou sub-grafos atende a diferentes propósitos. Se quisermos analisar, por exemplo, a perda de conexões entre dois setores quaisquer de uma estrutura, devido a uma maior abertura comercial, por exemplo, a escolha da decomposição por grafos parciais seria mais útil analiticamente. Esse seria um fenômeno parecido ao de perda de densidade da estrutura produtiva ou *disminución de profundidad de la producción*.

Agora imagine que a abertura comercial foi de tal magnitude que determinado setor da economia desapareça, como resultado de sua maior exposição às importações competitivas ou menor eficiência econômica, de tal forma que a nova estrutura produtiva está mais especializada em determinados setores ou *clusters* de setores. Isso equivale a extrair, hipoteticamente, esse setor que “desapareceu” da matriz de trocas. Qual a importância daquele setor que foi extraído ou “desapareceu” na estrutura de trocas de dado país? O método por extração permite o cálculo dos sub-determinantes para cada setor que compõe a estrutura de trocas da matriz. Esses sub-determinantes medem a importância relativa do setor que foi extraído hipoteticamente da estrutura.

Morillas (1995) afirma que no caso de interdependência generalizada em uma estrutura, onde qualquer par de setores estão mutuamente relacionados, direta ou indiretamente, as possibilidades de influência dos mesmos necessitam ser derivadas de

suas posições relativas no interior da estrutura de trocas. Esta é a informação que pode jogar certa luz sobre o papel privilegiado que, desde um ponto de vista estratégico ou topológico, podem ter certos setores.

A noção de hierarquia setorial através dos sub-determinantes permite ampliar a análise estrutural no sentido de incorporar os possíveis efeitos advindos do comércio exterior. Isso porque os indicadores macroestruturais podem ser calculados a partir da matriz A de fluxos domésticos ou de fluxos totais, incorporando as importações. Estas são matrizes mais densas do que as primeiras. Ou seja, o número de arcos (relação interindustriais) em relação ao número de vértices (setores) cresce à medida em que passamos de uma matriz de fluxos domésticos a uma matriz de fluxos totais. Disso resulta uma diminuição no valor do determinante, dado que agora temos um maior número de circuitos não-hamiltonianos (ou de retroalimentação), e, portanto, um aumento no índice de circularidade.

O índice de circularidade pode ser definido como a razão entre as interdependências e o determinante global da estrutura. Formalmente e mantendo a nomenclatura exposta na seção anterior, sendo a influência total igual a

$$I_{(i \rightarrow j)p}^T = I_{(i \rightarrow j)p}^D M_p$$

Temos que

$$I_{(i \rightarrow j)p}^T - I_{(i \rightarrow j)p}^D = I_{(i \rightarrow j)p}^D M_p - I_{(i \rightarrow j)p}^D = I_{(i \rightarrow j)p}^D \left(\frac{1}{\Delta} - 1 \right) = I_{(i \rightarrow j)p}^D \left(\frac{1 - \Delta}{\Delta} \right)^{30} \quad (45)$$

O índice de circularidade global é um indicador da quantidade de circuitos de retroalimentação existentes entre os setores de uma economia, diferenciando-se dos circuitos diretos. A presença dos circuitos de retroalimentação indica que as relações entre os setores produtivos são mais densas³¹ e que, desta forma, os setores se integram mais umas com os outros. A estrutura econômica fica mais complexa e desenvolvida na

³⁰ Segundo Lantner (1974), é possível mostrar que, para dada estrutura, todos os caminhos hamiltonianos têm um mesmo multiplicador igual a $1/\Delta$. Para Defourny (1982), para obter a influência induzida pelos circuitos da estrutura seguindo um caminho hamiltoniano, é possível multiplicar a influência direta realizada por esse caminho pela grandeza $\frac{1-\Delta}{\Delta}$.

³¹ Do ponto de vista da teoria dos grafos, a densidade de um grafo ou de uma estrutura é a relação entre o número de arcos e o número de vértices. Ou seja, relações produtivas mais densas implicam no aumento do número de arcos em relação ao número de vértices.

medida em que o número de circuitos de retroalimentação aumenta em relação a todos os circuitos que unem todos os setores (Puchet, 1996).

É interessante notar que o índice global de circularidade, assim como os determinantes e sub-determinantes, permite entender o processo de interdependências setoriais como um processo de integração intra-econômica. Quando analisamos esses indicadores a partir da ótica apenas interna, isto é, com a matriz A de fluxos domésticos, de certo modo estamos analisando o conjunto de relações entre os setores econômicos – institucionais, produtivos, financeiros ou comerciais – que se manifestam mediante a troca de mercadorias. Puchet (1996) utiliza as noções de integração intra-econômica, intereconômica e intrabloco a partir do índice de circularidade global.

O índice global de circularidade da matriz de transações domésticas mostra o grau de integração intraeconômica. Seus valores indicam se as relações entre os setores produtivos se integram mais ou menos em virtude da oferta interna entre os setores. Ou seja, a integração nesta direção intraeconômica varia segundo o uso dos insumos produzidos internamente. O grau de integração intraeconômica depende do esforço produtivo no sentido de fortalecer cadeias e redes produtivas que abastecem, em circuitos de retroalimentação de origem e destino interno, os setores. O grau de integração intereconômica depende não só do esforço produtivo interno, mas também da capacidade importadora, que gere circuitos de retroalimentação entre os setores. Ademais desta integração, temos também a integração que ocorre no interior dos blocos econômicos.

O índice de circularidade passa a refletir os efeitos do comércio exterior, particularmente as importações, sobre a estrutura produtiva interna. A abordagem proposta por Puchet (1996) possibilita integrar não apenas o comércio exterior, mas também as noções de integração econômica entre países e dentro de um bloco econômico. A análise dos determinantes e do índice de circularidade global com e sem as importações, *per se*, já fornece um indicativo do impacto das importações na geração de circuitos de demanda intermediária. Essa abordagem permitirá que estudemos os impactos da integração do Brasil ao Mercosul e do México ao TLCAN sobre as estruturas produtivas de ambos os países.

Esse é um ponto importante na medida em que, como observam Puchet e Punzo (2001), analisando os casos de integração interregional da Itália e do México com os EUA, todos os processos de integração econômica implicam em “efeitos de acoplamento” nas composições setoriais, distribuições espaciais, taxas e trajetórias de

crescimento das economias envolvidas. Em outras palavras, existe a possibilidade de ocorrências de processos de mudanças estruturais no interior das economias.

A noção de complexidade de dada estrutura produtiva deixa de ser uma questão vista apenas do ponto de vista interno, das interdependências entre os setores de uma economia. O fechamento dos circuitos de retroalimentação via importações de insumos intermediários possibilita analisar o grau de “permeabilidade” da estrutura de trocas dos países. Por permeabilidade queremos dizer a capacidade das importações em fechar os circuitos de demanda intermediária da estrutura interna. Assim, a noção de permeabilidade está relacionada com a abertura comercial de um país ao comércio exterior e a difusão a mesma terá sobre o conjunto dos setores da estrutura.

1.4 Conclusões

Este capítulo teve por objetivo fazer uma revisão teórica sobre os principais conceitos e indicadores estruturais elaborados a partir de matrizes de insumo-produto. A ideia central da análise estrutural consiste em identificar os vínculos ou relações que existem entre os setores que integram uma matriz de insumo-produto, seja para um ponto no tempo ou para uma série de tempo. Como apontado por Leontief (1985), um dos principais objetivos das matrizes de insumo-produto é construir indicadores que permitam uma melhor compreensão da arquitetura de uma estrutura econômica. Para isso, foram elaborados vários indicadores estruturais entre os quais podemos citar os encadeamentos para trás e para frente, a dominância de um setor sobre outro a partir de triangularizações de matrizes, interdependências setoriais e circularidades.

Contudo, dentro da literatura de insumo-produto analisando a complexidade das estruturas produtivas pouca atenção foi dada a um aspecto específico das matrizes de insumo-produto: o cálculo de seus determinantes. Os determinantes das matrizes $(I - A)$, sendo A a matriz de coeficientes técnicos de produção e/ou de comércio, possibilitam uma análise quantitativa e uma análise qualitativa de aspectos estruturais das economias. Do ponto de vista quantitativo, o determinante tem a vantagem de ser um indicador sintético que mostra o arranjo interno da estrutura dos setores produtivos ou dos vínculos comerciais, isto é, da posição e da intensidade das conexões entre os setores e/ou países. Já do ponto de vista qualitativo, permite interpretar a complexidade das estruturas como o resultado do gradual processo de expansão da rede de

interdependências hierárquicas entre setores econômicos, países e/ou regiões. Assim, esse conceito de complexidade estrutural não depende das vantagens comparativas reveladas, como na abordagem de espaço-produto proposto por Hidalgo et al. (2007). A complexidade passa a ser entendida como uma propriedade emergente da rede de influência econômica e transferência de influência econômica dentro de uma matriz de insumo-produto.

Autores como Ponsard (1967a, 1967b), Lantner (1972a, 1972b, 1974), Lequex e Lantner (2002) e Lantner e Lebert (2013) constroem uma ponte entre as teorias dos grafos de influência e alguns elementos de matrizes de insumo-produto. Essa metodologia permite superar um problema crucial ligado às análises empíricas de grafos ou das redes, qual seja: a redução da estrutura de insumo-produto a matrizes booleanas. A construção dessas matrizes resulta em uma grande perda de importantes informações estruturais a rede de fluxos e encadeamentos entre setores e/ou países (Sonis e Hewings, 1998). A teoria dos grafos de influência transforma o método matricial de resolução dos sistemas de equações simultâneas em um método topológico, através de uma regra de correspondência entre uma expressão algébrica e sua representação sob a forma de grafos. A partir de uma formalização dos coeficientes técnicos ou de comércio foi possível derivar uma série de teoremas fundados sobre as propriedades do determinante matricial. Este determinante é a pedra angular para a construção de indicadores para a análise das estruturas produtivas e do comércio entre setores e países, respectivamente.

CAPITULO 2 – DO FIM DO PROCESSO DE SUBSTITUIÇÃO DE IMPORTAÇÕES À ABERTURA COMERCIAL: COMÉRCIO EXTERIOR E ESTRUTURA PRODUTIVA NA DÉCADA DE 1980

Introdução³²

O objetivo deste capítulo é mostrar as similaridades e diferenças entre as estruturas produtivas e de comércio exterior do Brasil e do México ao longo da década de 1980 e início da década de 1990. Esse período marca o fim das estratégias de desenvolvimento baseadas na ISI. A partir da crise da dívida externa, em 1982, o Brasil e o México modificam suas estratégias de desenvolvimento e passam a adotar, ainda que em diferentes intensidades, medidas de liberalização comercial. A partir das matrizes de insumo-produto para o ano de 1980, disponibilizadas, respectivamente, pelo IBGE e pelo INEGI, foi possível mostrar como os padrões de comércio exterior já eram relativamente diferentes, embora do ponto de vista das estruturas produtivas os dois países mostrassem níveis e padrões relativamente similares de articulação entre os setores e de complexidade estrutural.

Este capítulo está organizado em quatro seções, além desta introdução. Na seção 2.1, apresentamos o contexto macroeconômico da década de 1980 e início da década de 1990, com ênfase nas mudanças ocorridas nos padrões de comércio exterior e de estrutura produtiva. Na seção 2.2, apresentamos os indicadores utilizados para medir as similaridades estruturais entre as economias e os seus padrões de comércio exterior. Na seção 2.3 mostramos, a partir das matrizes de insumo-produto de 1980, as similaridades e diferenças estruturais e de comércio exterior entre os Brasil e o México. Por fim, na seção 2.4, apresentamos as conclusões do presente capítulo.

³² A realização deste capítulo só foi possível graças a valiosa ajuda de Valentín Solís, da CEPAL-México. Obviamente, todos os erros e omissões são de responsabilidade do autor do presente estudo.

2.1 Mudança das estratégias de desenvolvimento Brasil e do México em meio a um contexto macroeconômico turbulento

Ao longo da década de 1980, os países da América Latina enfrentaram graves problemas em suas condições macroeconômicas: aumento do endividamento externo, elevação progressiva da inflação, desemprego, instabilidade cambiária, aumento dos déficits fiscais, entre outros. Esses problemas macroeconômicos deterioraram os investimentos em expansão na capacidade produtiva, construída a partir do processo de ISI e limitaram a margem de manobra dos governos na aplicação de políticas macroeconômicas. A partir da eclosão da crise da dívida externa mexicana, em 1982, vários países da região, entre os quais estão o Brasil e o México, abandonaram a estratégia de ISI e adotaram políticas de abertura comercial, com o principal objetivo de reduzir os déficits comerciais e amenizar crises no balanço de pagamentos (Enciso, 2007; Fraga-Castillo e Moreno-Brid, 2016).

De acordo com Ros (1993), quase sem exceção, na década de 1980 as economias da América Latina viveram uma forte deterioração em seu setor externo. As razões para isso foram múltiplas. O aumento sem precedentes na taxa de juros dos Estados Unidos, em 1979, converteu subitamente os países que fizeram uso do financiamento externo durante a década de 1970 em economias com elevados níveis de endividamento externo. A suspensão do financiamento externo, a partir da crise da dívida externa, reduziu bruscamente o acesso ao capital estrangeiro, que continuou restrito até inícios da década de 1990.

Diante de um deterioramento na situação das contas públicas dos governos, os países adotaram diferentes medidas de ajuste macroeconômico. Os resultados deste ajuste significaram, segundo Ros (1993), oito anos de depressão econômica, cujos efeitos acumulados foram: i) redução do PIB per capita e das taxas de investimento; ii) aumento nas taxas de pobreza, resultado da elevação nas taxas de desemprego e/ou subemprego, assim como a queda nos salários reais e nos gastos sociais; iii) aumento nas taxas de inflação. Assim, a partir da crise da dívida externa, a região entrou em uma verdadeira “*edad de plomo*” no sentido de que a taxa de acumulação de capital era tão baixa que as oportunidades de emprego cresciam mais lentamente do que a taxa de crescimento populacional, deteriorando os níveis de vida ao longo dessa década.

Somada a essas transformações nas condições macroeconômicas dos dois países, ocorriam profundas transformações no comércio internacional, resultado do que

Baldwin (2011) denominou de “*second unbundling*”. Baldwin (2011) enquadra as grandes transformações ocorridas no comércio internacional nas últimas décadas como uma sequência de desagregações ou rupturas (*unbundlings*). Até o final do século XIX, as fábricas tinham estruturas de produção integradas verticalmente, nas quais partes e componentes eram produzidas sequencialmente ou em diferentes locais contíguos localizados próximos aos consumidores finais.

Ao longo do século XX, a desagregação espacial da produção e as modificações nos padrões de consumo (a primeira ruptura) foi possível graças à redução nos custos do transporte, originado pela energia a vapor. Embora a produção já apresentasse algum grau de dispersão geográfica, ainda estava localmente agrupada para minimizar os custos de coordenação. A miniaturização e a possibilidade de partilha física do processo produtivo de múltiplos setores e produtos, fortemente relacionadas às inovações e mudanças organizacionais introduzidas na indústria japonesa nos anos 70 e 80, gerou as condições técnicas necessárias para a dispersão geográfica da produção (Hamaguchi, 2010).

O paradigma produtivo e comercial anterior foi substituído pelas redes internacionais de produtores, que se especializaram em fases específicas do processo de produção e estão localizados em diferentes países dispersos geograficamente. A desagregação espacial da produção em estágios previamente agrupados em fábricas (a segunda desagregação, conforme Baldwin (2011)) foi beneficiada por uma queda acentuada dos custos de comunicação e coordenação, mudando profundamente a natureza do comércio internacional.

Neste contexto, o aprofundamento da fragmentação produtiva, com a crescente incorporação de países em desenvolvimento, provocou uma redefinição da divisão internacional do trabalho, o qual está alterando a geografia da produção através da deslocalização de determinadas indústrias. Este processo foi orientado principalmente por dois fatores: i) políticas de abertura comercial, tais como a assinatura de acordos regionais (TLCAN e Mercosul, por exemplo), e avanços nas tecnologias da informação e da comunicação. O primeiro fator provocou a redução das tarifas e reduziu os obstáculos ao investimento direto estrangeiro (IDE). O segundo fator diminuiu os custos de transporte e os custos de coordenação/supervisão das atividades dentro das empresas transnacionais (ETNs)³³. Como resultado, as ETNs passaram a reorientar suas

³³ Como apontado por Medeiros (2010), a liderança das ETNs nas atividades suscetíveis de serem fragmentadas decorre dos elevados custos de administração e coordenação, que estão implicados no

estratégias de localização de suas indústrias de acordo com as características de cada região/país, tais como: custos da mão-de-obra, o tamanho do mercado interno ou assuntos regulatórios e institucionais. A redução dos custos de localização no exterior, devido a internacionalização da produção, levou as ETNs a deslocarem algumas plantas de países altamente desenvolvidos para países em desenvolvimento, com menores custos de produção.

Para Enciso (2007), as medidas de ajuste e estabilização, além das rápidas transformações no comércio internacional, implicaram em alterações na composição produtiva dos países, modificando as cadeias produtivas internas. Essas modificações representaram a falência de várias empresas nacionais em indústrias nascentes ou já constituídas, como a produção de televisores, no México, ou a indústria informática, no Brasil. A ruptura das cadeias produtivas internas foi considerada como uma consequência natural do processo de seleção de empresas ineficientes frente à concorrência internacional. Porém, essa ruptura em algumas cadeias produtivas teria resultado em uma perda de complexidade da estrutura produtiva, com importantes impactos sobre a dinâmica das economias.

As dificuldades macroeconômicas enfrentadas pelas duas economias ao longo da década de 1980 e início da década de 1990 impactaram diretamente a evolução do PIB per capita das duas economias. Como é possível ver no gráfico 1, já antes da crise da dívida externa, em 1982, o PIB per capita do Brasil apresentava uma trajetória de queda, refletindo os impactos do segundo choque do petróleo e a elevação da taxa de juros nos EUA no final da década de 1970. O PIB per capita de ambas as economias apresentaram um declínio no período entre 1981-1984, ano a partir do qual ocorreu um processo de divergência na evolução do PIB per capita dos dois países. Essa divergência diminuiu a partir do final da década de 1980, como reflexo das diferentes respostas das economias às políticas macroeconômicas adotadas nos dois países³⁴.

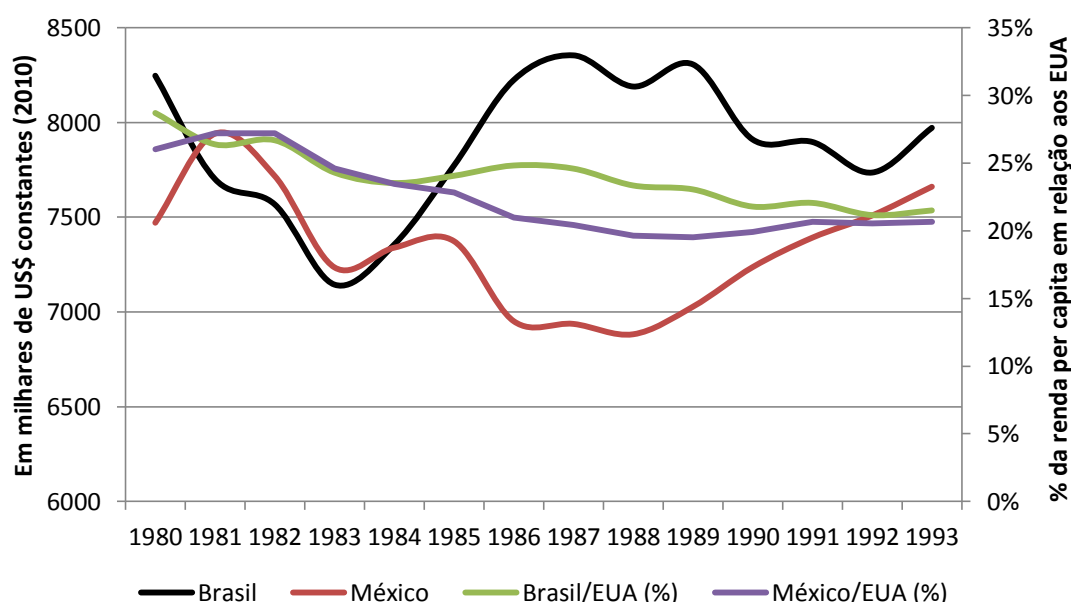
Outra forma de entender essas distintas evoluções das duas economias é comparar as razões do PIB per capita dos dois países relativamente ao PIB per capita

processo de fragmentar geograficamente a produção. Uma das consequências desses elevados custos é a imposição implícita de elevadas barreiras de escala às empresas domésticas.

³⁴ Como apontado por Ros (1993) em um estudo comparativo entre os países da América Latina, o México, juntamente com a Venezuela, se distinguiu dos demais países da região devido ao rápido crescimento no valor e volume das exportações de petróleo verificado no final da década de 1970. Esse fenômeno gerou um superávit fiscal que os demais países da região, como o Brasil, não obtiveram. Dessa forma, enquanto países como Brasil, Argentina e Peru atravessavam a fase mais difícil do ajuste, com um *mix* de planos econômicos de caráter ortodoxo e heterodoxo, o México conseguiu crescer moderadamente a partir de 1987.

dos Estados Unidos. Esses percentuais equivaliam, em 1980, a 29% e 26% para o Brasil e o México, respectivamente, enquanto em 1993 passaram a 21% para as duas economias. Os resultados mostram como houve um processo de divergência das duas economias em relação aos Estados Unidos, considerada aqui como a economia de referência. Também é possível entender essas distintas dinâmicas do PIB per capita das duas economias como o resultado da aplicação, em diferentes momentos do tempo, das medidas de liberalização comercial e de ajuste macroeconômico.

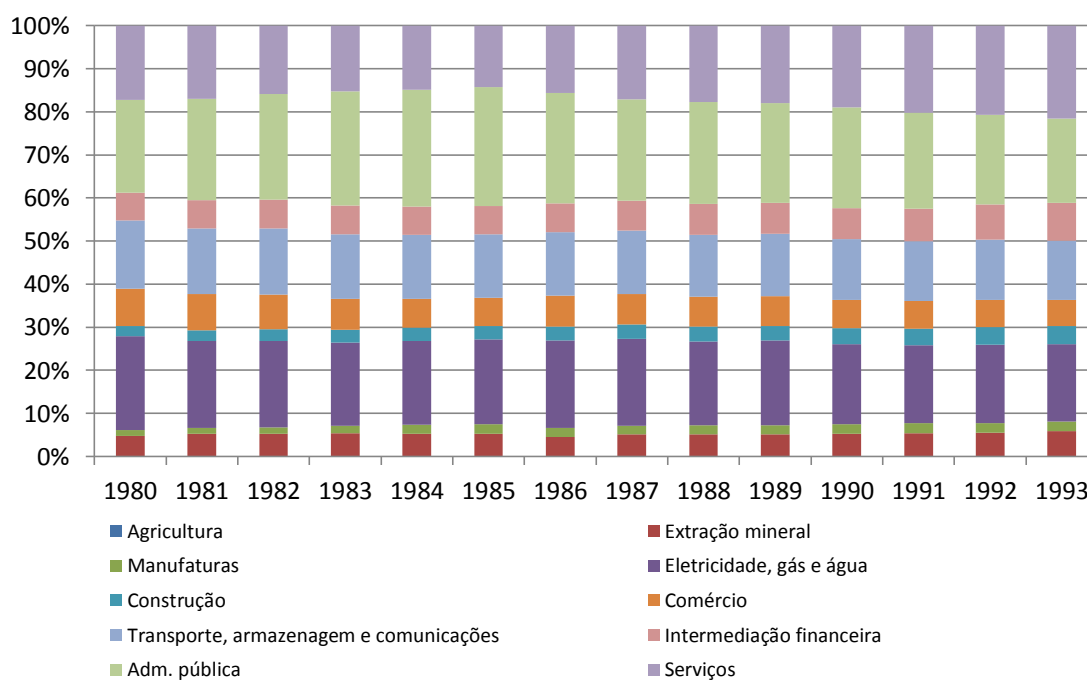
Gráfico 1 - Renda per capita do Brasil e do México e seus percentuais em relação à renda per capita dos Estados Unidos – 1980-1993



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Banco Mundial.

Do ponto de vista da estrutura produtiva, o período entre 1980 e 1993 é caracterizado, em ambas as economias, por poucas mudanças em termos de mudanças nos pesos relativos dos setores no valor adicionado. Os gráficos 2 e 3 mostram a evolução do valor adicionado setorial, a preços constantes de 2005 das respectivas moedas nacionais. Como podemos observar no caso do Brasil, as modificações mais significativas entre 1980 e 1993 estão concentradas nos setores da Administração Pública (variação positiva de 4%) e nas Manufaturas (variação negativa -4%). Os setores de Intermediação Financeira, Transporte, armazenagem e comunicações, Construção e Eletricidade, gás e água perderam cada um 2% de participação no valor adicionado total.

Gráfico 2 - Valor adicionado setorial - Brasil (1980-1993)

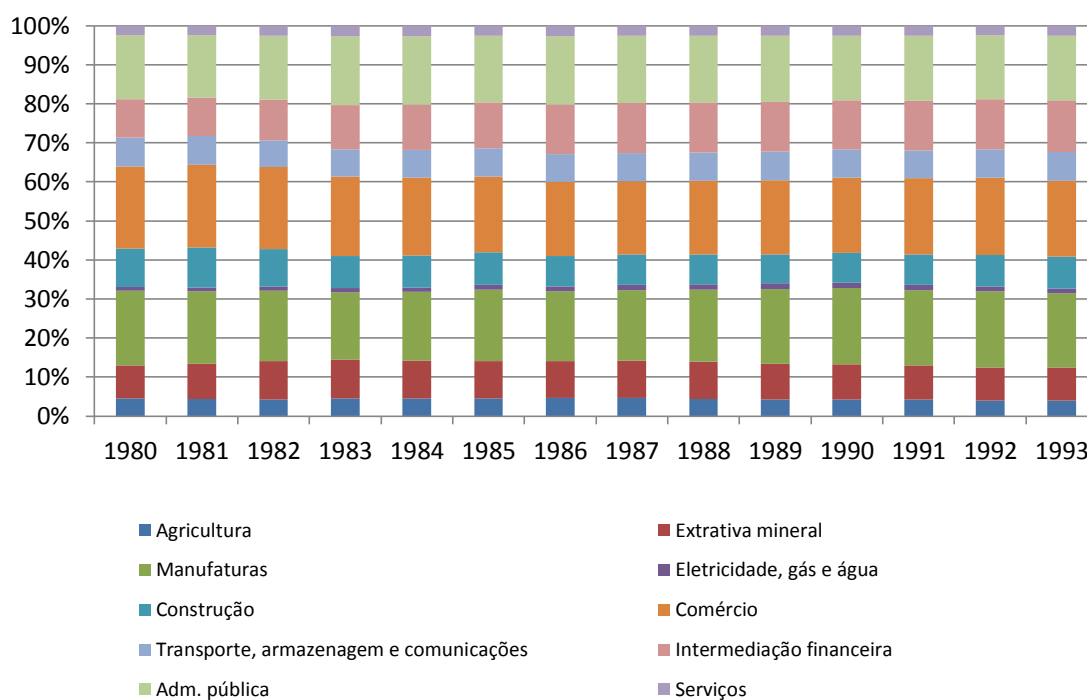


Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).
OBS: a preços constantes de 2005 em moeda nacional.

O caso da economia mexicana mostra uma estabilidade ainda maior na participação relativa dos setores no valor adicionado total. Os únicos setores que ganharam participação entre 1980 e 1993 foram a Administração Pública (1%) e Intermediação Financeira (3%), enquanto que o Comércio (-2%) e a Construção (-2%) perderam participação. Essa relativa estabilidade da participação setorial no valor adicionado mostra como as transformações estruturais ocorreram de forma moderada no México e no Brasil, mesmo diante das sérias dificuldades econômicas pelas quais passaram os dois países.

De acordo com Cruz (1997), a estratégia de desenvolvimento adotada pelo México a partir da crise da dívida externa e a entrada no Acordo Geral de Tarifas (GATT, na sigla em inglês), em 1986, não produziu uma mudança estrutural na estrutura produtiva da economia. O objetivo central das políticas de ajuste e estabilização durante a década de 1980 foi o de controlar os desequilíbrios macroeconômicos, com um progressivo abandono das políticas industriais. Esses resultados também estão de acordo com o estudo realizado por Memedovic e Iapadre (2009), o qual mostra uma diminuição no índice de mudança estrutural para o México durante a década de 1980.

Gráfico 3 - Valor adicionado setorial - México (1980-1993)



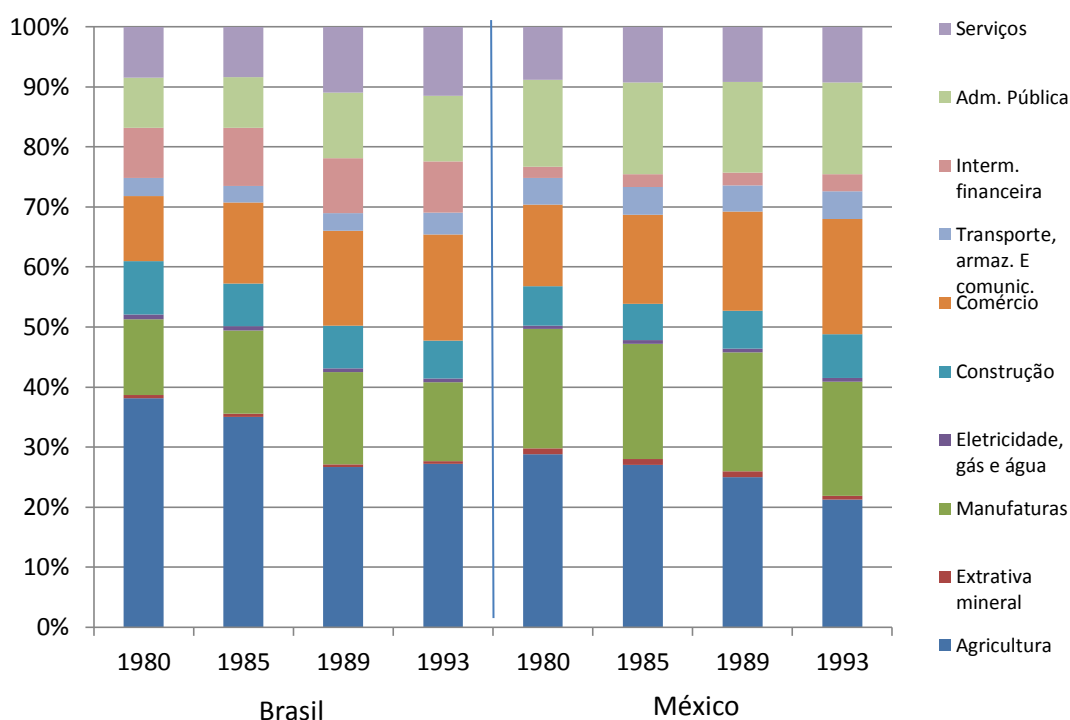
Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).
OBS: a preços constantes de 2005 em moeda nacional.

A mudança estrutural está associada com modificações na importância relativa dos setores ao longo do tempo, medida a partir de seus pesos relativos no valor adicionado e no emprego. Para autores como Lewis (1958), Hirschman (1961) e Kuznets (1974), o desenvolvimento econômico estava associado com o movimento da mão-de-obra dos setores tradicionais, como a agricultura, para os setores manufatureiros mais avançados tecnologicamente. O gráfico 4 mostra como houve uma perda de participação, em ambos os países no período de 1980-1993, da agricultura no emprego total, que sai de 38% para 27% no Brasil e de 29% para 21% no México. Contudo, os setores que parecem absorver essa mão-de-obra são os de comércio, serviços, intermediação financeira e administração pública, e não o setor manufatureiro. Os resultados apontam no sentido de uma estabilidade da participação do emprego manufatureiro no emprego total, indicando uma menor capacidade de absorver mão-de-obra de outros setores.

Nos dois países, o setor que mais ganhou participação no emprego total foi o setor de comércio, cuja participação aumentou em 7% no caso do Brasil e em 5% no caso do México. Esses resultados não contradizem os estudos dos autores anteriormente citados, uma vez que as grandes transformações estruturais ocorreram entre as décadas

de 1960 e 1970 e que ao longo da década de 1980 e início da década de 1990 o setor manufatureiro passou por uma reorganização e racionalização dos processos produtivos (Katz, 2000). Esses processos de reorganização e racionalização são consequências das seguidas crises pelas quais passaram ambas as economias ao longo da década de 1980 e do processo de abertura comercial, que expõe a indústria a uma maior concorrência internacional.

Gráfico 4 - Participação do emprego setorial no emprego total, Brasil e México (1980-1993)



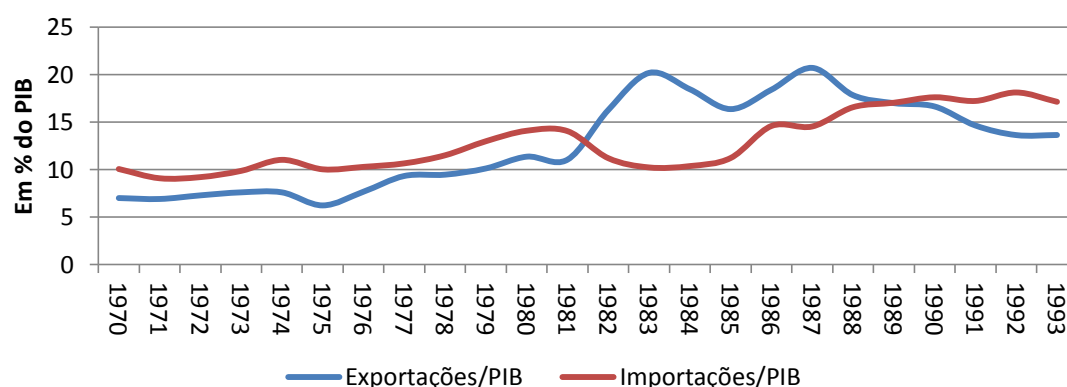
Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).

Enciso (2007) afirma que ao longo da década de 1980 vai se definindo o tipo de padrão e inserção externa dos países da América Latina, principalmente o do Brasil e o do México, em um contexto de mercados cada vez mais integrados. Uma primeira característica, ainda segundo Enciso (2007), é que o México aplicou medidas mais amplas e aceleradas em seu processo de liberalização econômica do que o Brasil, não somente porque foram iniciadas antes, em 1986 (entrada do México no GATT), mas também pela rapidez na redução tarifária, assim como nas medidas de proteção não-tarifária.

É interessante mostrar como a mudança na estratégia de desenvolvimento e a necessidade de gerar superávits comerciais modificaram as participações das

exportações e das importações no PIB mexicano. O aumento da participação das exportações no PIB antecede o início do processo de liberalização comercial, tendo em vista que entre 1981 e 1982 essa participação sai de 11% para atingir 16%, mostrando uma progressiva diminuição a partir da queda nos preços internacionais do petróleo, em 1986, que era um dos principais produtos da pauta de exportações do país (Ros, 1994). O comportamento da participação das importações no PIB foi divergente, tendo diminuído entre 1981-1985 para aumentar a partir de 1986, ultrapassando, em 1989, a participação das exportações no PIB (gráfico 5).

Gráfico 5 - Exportações e importações como porcentagem do PIB, México (1970-1993)



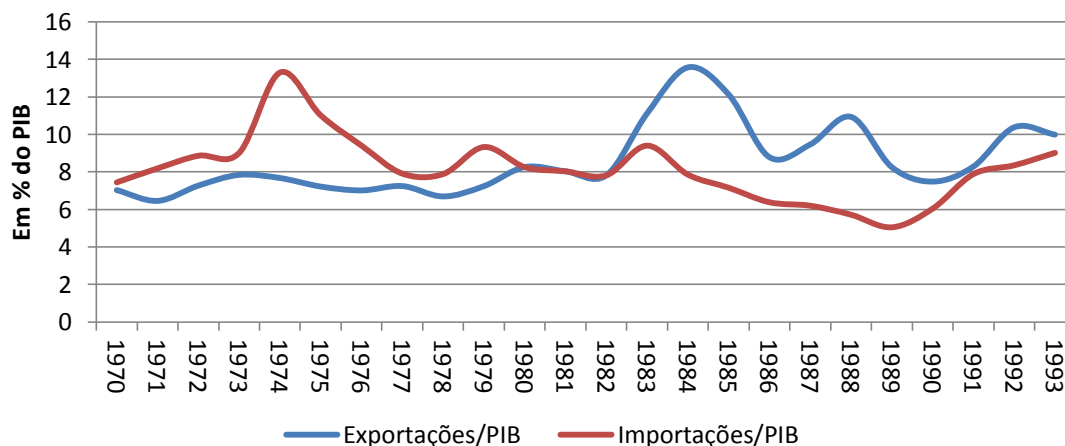
Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

O caso brasileiro revela um padrão relativamente similar ao caso mexicano. Isso porque durante o período de vigência da ISI a participação das importações esteve sempre acima da participação das exportações no PIB. Contudo, com a eclosão da dívida externa e o progressivo abandono da estratégia de ISI, ocorreu uma modificação no peso de ambas as variáveis no PIB. Ao contrário do verificado no México, durante toda a década de 1980 verificou-se uma queda progressiva da participação das importações, saindo de 8%, em 1980, até atingir 5%, em 1989. Por sua vez, a participação das exportações, para o mesmo período, saiu de 8% para atingir 11%³⁵. A partir de 1989, tanto as exportações, quanto as importações mostraram uma tendência de

³⁵ A partir de meados da década de 1980 o Brasil apresentou crescentes superávits na balança comercial, devido, por um lado, às restrições crescentes impostas às importações e à fraca demanda doméstica e, por outro lado, ao crescimento das exportações. Castro e Souza (1985) chamam atenção para o fato de que no início dos anos 80 diversas plantas de produção de bens manufaturados, fruto dos investimentos substitutivos de importações do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), entraram em operação. Diante da estagnação econômica doméstica, o excedente foi exportado e contribuiu para o superávit da balança comercial.

crescimento relativamente ao PIB. Com a diminuição das barreiras tarifárias, a partir de 1989, e o lento crescimento do PIB, a participação das importações cresceu de 5% para 9% entre 1989 e 1993, respectivamente (gráfico 6).

Gráfico 6 - Exportações e importações como porcentagem do PIB, Brasil (1970-1993)

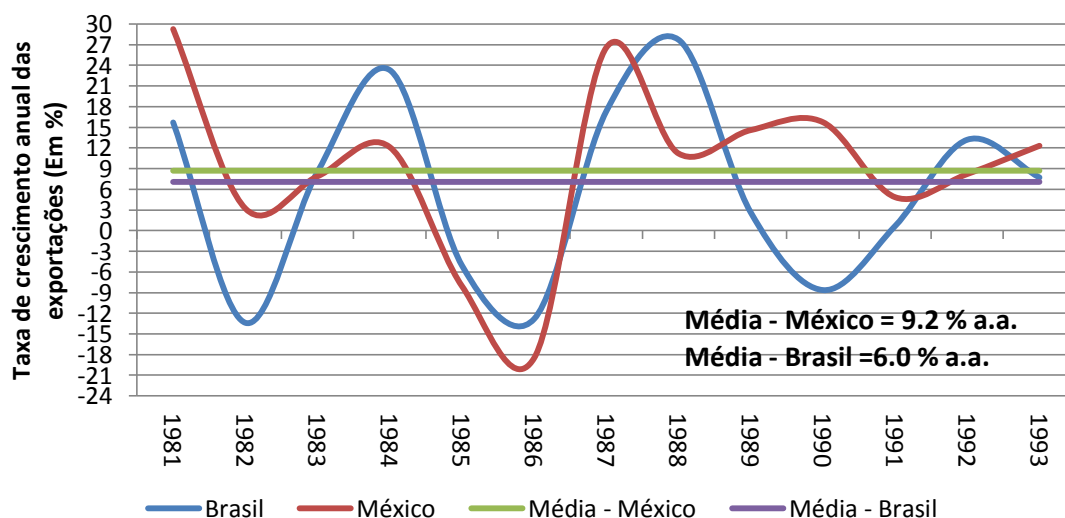


Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

Esses resultados mostram como a partir de meados da década de 1970 a economia mexicana apresentou uma maior abertura ao comércio exterior em relação à economia brasileira. Os dois países reagem com diferentes conjuntos de políticas econômicas para contornar os efeitos dos dois choques do petróleo ocorridos na década de 1970 (1973 e 1979). As medidas de ajuste e abertura comercial tenderam a acentuar esses diferentes perfis de integração aos fluxos globais de comércio.

O gráfico 7 apresenta a taxa de crescimento anual das exportações brasileiras e mexicanas, com suas respectivas médias para o período de 1981-1993. Chama a atenção como as taxas de crescimento para ambos os países se comportam de maneira muito similar até o final da década de 1980, apresentando uma relativa sincronização em seus ciclos de crescimento e de queda. A partir de 1989 ocorre uma divergência entre os ritmos de crescimento das exportações dos países. A queda no ritmo de crescimento das exportações pode estar relacionado a dois fatores: i) ao menor ritmo de crescimento da demanda mundial e ii) as políticas de ajuste macroeconômico e de liberalização comercial adotadas em meados da década de 1980 no México e no final dessa mesma década pelo Brasil.

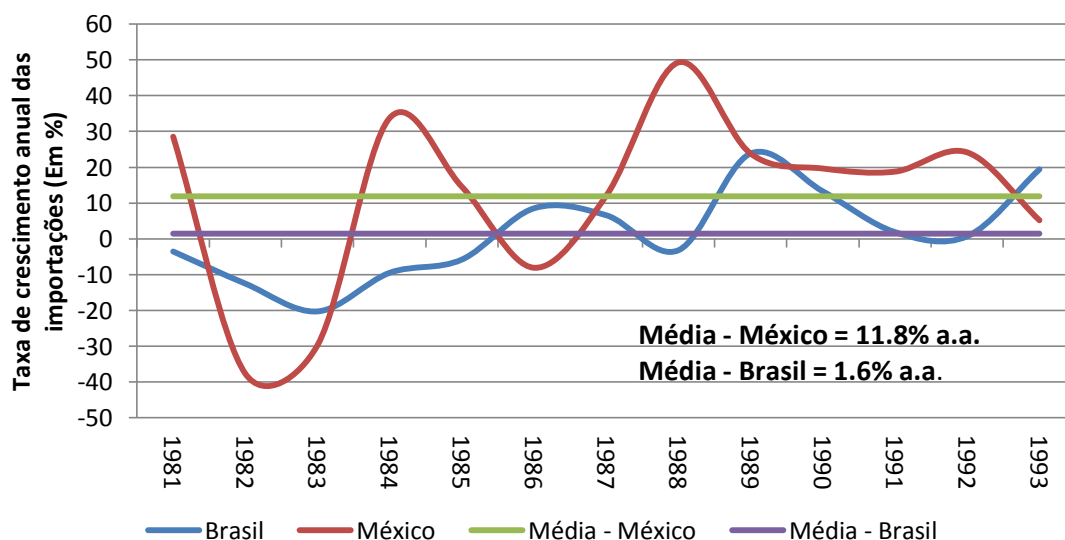
Gráfico 7 - Taxa de crescimento anual das exportações do Brasil e do México (1981-1993)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

Do ponto de vista da taxa de crescimento das importações, os padrões são bem distintos. Para o México, a taxa média de crescimento das importações entre 1981 e 1993 foi de quase 12% a.a., enquanto a do Brasil foi de apenas 1.6% a.a. Essas diferenças devem refletir, como no caso das exportações, as políticas de estabilização macroeconômica e os efeitos sobre o setor externo do processo de abertura comercial adotadas em meados da década de 1980. Como apontado por Katz (2000), é nessa década que o Brasil e o México se inserem no comércio internacional a partir de diferentes padrões de comércio exterior: por um lado, o Brasil consolida sua posição no cenário internacional como exportador de matérias-primas e alguns produtos manufaturados e, por outro lado, o México como exportador de manufaturas de *maquilas*. Esses diferentes padrões de inserção externa explicariam os diferentes pesos e taxas de crescimento das importações entre ambos os países.

Gráfico 8 - Taxa de crescimento anual das importações do Brasil e do México (1981-1993)

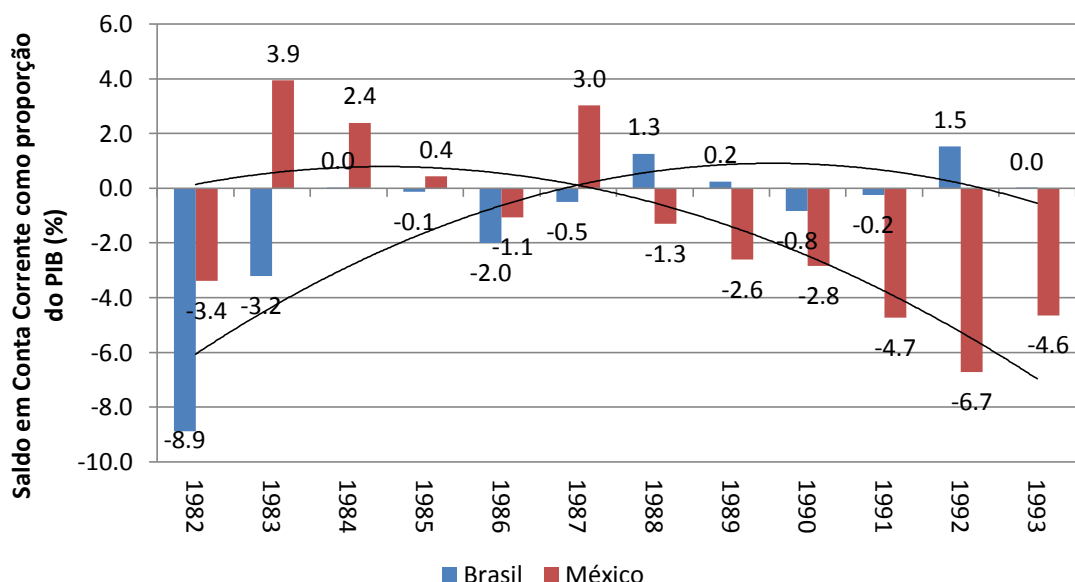


Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

A opção por um rápido processo de desregulamentação e acelerada eliminação das barreiras tarifárias e não tarifárias ao comércio, tendo o México como caso exemplar, provocou uma alteração abrupta em sua balança comercial (Fraga-Castillo e Moreno-Brid, 2016). O resultado imediato foi uma piora acentuada no saldo em conta corrente como proporção do PIB. É possível perceber como esse indicador apresenta uma piora entre 1988 e 1993, quando essa proporção sai de -1.3% para -4.6%, respectivamente (Gráfico 9). Enciso (2007) explica esse comportamento da economia mexicana com base no aumento do conteúdo importado presente nas exportações, especialmente nas *maquilas* manufatureiras.

No caso do Brasil, como aponta Carneiro (2002), os déficits em transações correntes entre 1982 e 1983 têm origem financeira, derivada dos altos juros incidentes sobre o serviço da dívida externa. A geração de superávits comerciais a partir de 1984 diminui os déficits em transações correntes, mas não é capaz de compensar o déficits dos serviços de não-fatores. Apenas nos anos de 1988 e 1992 é possível observar que o saldo em conta corrente como proporção do PIB é positivo. Segundo Kume (1996), a taxa de crescimento das importações verificada no período de maior redução tarifária, ocorrida entre 1988 e 1992, quando a tarifa nominal média sai 38.5% para 15.4%, não foi suficiente para gerar desequilíbrios nas contas externas. Para o autor, esse reduzido impacto das importações esteve relacionado com recessão econômica verificada no início da década de 1990 e às desvalorizações cambiais.

Gráfico 9 - Saldo em Conta Corrente como proporção do PIB, Brasil e México (Em %)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da Banco Mundial.
OBS: não há dados disponíveis para os anos de 1980 e 1981.

As condições sobre as quais foram constituídos os padrões comerciais externos dos dois países, particularmente pelo lados das exportações, podem ser melhor entendidas por meio das tabelas 2 e 3. Essas tabelas mostram os 10 principais produtos exportados para os anos de 1980, 1986 e 1993. As mudanças verificadas na pauta exportadora do México são significativas, tendo em vista que a participação das exportações do petróleo no total exportado representava, em 1980, 61% e em 1993 passou a representar apenas 12.5%, uma variação de 48.5%. Também é perceptível como vários produtos manufaturados ganham importância nas exportações mexicanas, entre os quais podemos citar veículos automotores, exceto ônibus, fios e cabos isolados e motores de combustão interna, exceto para aeronaves³⁶.

Para Cervantes e Fujii (2012), o dinamismo das exportações coincidiu com uma mudança no perfil da pauta exportadora. O crescimento da participação dos produtos manufaturados nas exportações totais foi apoiado por várias políticas governamentais. Por exemplo, o *Programa de la Industria Maquiladora para la Exportación*, criado em 1965, foi posteriormente complementado pela PITEX

³⁶ De acordo com Cardero e Galindo (2005), que o setor exportador manufatureiro do México não é apenas o produto da abertura ao comércio internacional com a entrada do país no GATT, em 1987, e no TLCAN, em 1994. A estrutura prevaiente seria o resultado de um modelo de produção estabelecido em torno da década de 1950 e das mudanças que ocorreram durante a década de 1980.

(*Programa para la Importación Temporal para Producir Artículos para Exportación*). A PITEX permitia aos exportadores mexicanos a importação de insumos livre de impostos. O objetivo destes programas era incorporar o México dentro da rede produção com os Estados Unidos e preparar os produtores domésticos para a incorporação ao TLCAN³⁷.

Tabela 2 - Exportação dos 10 principais produtos - México (Em % do total exportado)

| Setores - CUCI rev.1 | 1980 |
|--|------|
| Outras partes para veículos automotores, exceto motocicletas | 1.3 |
| Petróleo bruto | 61.2 |
| Crustáceos e moluscos | 2.6 |
| Tomates frescos | 1.1 |
| Café | 2.9 |
| Algodão | 2.1 |
| Mineral e concentrados de cobre | 1.1 |
| Óleo combustível (residual) | 1.4 |
| Minerais não-metálicos | 2.4 |
| Gás natural | 4.1 |
| Setores - CUCI rev.1 | 1986 |
| Veículos automotores, exceto ônibus | 2.6 |
| Outras partes para veículos automotores, exceto motocicletas | 2.2 |
| Petróleo bruto | 29.3 |
| Motores de combustão interna, exceto para aeronaves | 6.7 |
| Crustáceos e moluscos | 2.0 |
| Tomates frescos | 2.1 |
| Café | 4.6 |
| Minerais não-metálicos | 1.6 |
| Outros equipamentos para telecomunicações | 1.8 |
| Válvulas e tubos eletrônicos, transistores, etc. | 1.7 |
| Setores - CUCI rev.1 | 1993 |
| Veículos automotores, exceto ônibus | 8.2 |
| Outras partes para veículos automotores, exceto motocicletas | 3.6 |
| Petróleo bruto | 12.5 |
| Aparelhos receptores de televisão | 3.4 |
| Fios e cabos isolados | 5.3 |
| Motores de combustão interna, exceto para aeronaves | 3.2 |
| Mecanismos elétricos de ligação, cortados ou proteção de circuitos elétricos | 2.8 |
| Máquinas geradoras de energia | 2.7 |
| Aparelhos receptores de radiodifusão | 1.7 |
| Outros equipamentos para telecomunicações | 2.3 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da CepalStat.

³⁷ Para uma exposição sucinta do surgimento e desenvolvimento da indústria maquiladora mexicana ver Castillo e de Vries (2013).

Tabela 3 - Exportação dos 10 principais produtos - Brasil (Em % do total exportado)

| | |
|---|------|
| Setores - CUCI rev.1 | 1980 |
| Soja | 2.0 |
| Minerais metálicos | 7.8 |
| Açúcar sem refinar | 4.7 |
| Óleo vegetal e seus produtos | 7.5 |
| Café | 12.3 |
| Frutas diversas | 1.8 |
| Madeira e seus produtos | 1.8 |
| Azeite de soja | 2.1 |
| Caminhões e vans | 1.8 |
| Produtos do couro | 1.9 |
| Setores - CUCI rev.1 | 1986 |
| Minerais metálicos | 6.0 |
| Óleo vegetal e seus produtos | 5.8 |
| Café | 9.0 |
| Frutas diversas | 3.2 |
| Fumo | 1.8 |
| Combustíveis | 1.8 |
| Alumínio em forma bruta | 1.7 |
| Caminhões e vans | 1.8 |
| Produtos do couro | 4.3 |
| Motores de combustão interna, exceto para aeronaves | 2.4 |
| Setores - CUCI rev.1 | 1993 |
| Soja | 2.4 |
| Minerais metálicos | 5.8 |
| Óleo vegetal e seus produtos | 4.8 |
| Café | 2.8 |
| Frutas diversas | 2.2 |
| Outros produtos metálicos | 2.8 |
| Aluminio y sus aleaciones, sin forjar | 2.4 |
| Motores de combustión interna, excepto para aeronaves | 2.0 |
| Otras partes para vehículos automotores, salvo motocicletas | 2.5 |
| Produtos do couro | 4.6 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da CepalStat.

2.2 Grau de similaridade, composição do produto, encadeamentos e índice de circularidade estrutural: aspectos metodológicos

Nessa seção, apresentamos um conjunto de indicadores que permitem traçar um amplo panorama das estruturas produtivas e comerciais do Brasil e do México antes da adoção dos ajustes macroeconômicos ocorridos em meados da década de 1980. O primeiro indicador busca aferir o grau de similaridade entre as matrizes de insumo-produto a partir dos coeficientes técnicos de ambos os países. O segundo conjunto de indicadores busca mostrar a composição do produto e do comércio exterior. O terceiro conjunto mede o estado da interdependência dos setores individuais a partir de medidas de conectividade. Por fim, o quarto indicador, a circularidade estrutural, também é uma medida de interdependência entre todo o conjunto de setores dentro de uma estrutura.

Resumidamente, podemos descrever uma economia como um sistema de setores interrelacionados, realizando uma grande diversidade de atividades econômicas. Esses setores estão inter-conectados por meio de uma rede de ligações, definidas pelos fluxos de insumos intermediários comercializados entre si. Isso permite utilizar a ideia de redes e as proporções entre os fluxos e estoques de bens para caracterizar a economia e sua estrutura.

O método de análise de insumo-produto considera a interdependência quantitativa entre os diferentes setores de um sistema econômico. A interdependência entre esses setores é descrita por um conjunto de equações lineares, como mostramos no capítulo precedente. As características estruturais específicas deste sistema são refletidas nos coeficientes das equações (oferta e demanda) e estes coeficientes são determinados empiricamente. Assim, é possível construir uma matriz de gastos/receitas baseada na interdependência circular da produção e da demanda (Leontief, 1985)³⁸.

De modo a analisar as mudanças nos coeficientes técnicos nas economias de Brasil e México a partir das matrizes de 1980, o primeiro passo é calcular alguns indicadores de distância estatística entre as respectivas tabelas de insumo-produto. Quando duas tabelas de insumo-produto são comparadas, é possível calcular um índice

³⁸ Em seu trabalho seminal “*The structure of American economy 1919-1939*”, Leontief apresenta precisamente um esquema de interdependência industrial baseada em dois sistemas de equações lineares, um referida a quantidades, e a outra referida a preços. Em particular, o sistema por quantidades físicas, com um conjunto próprio de equações lineares, determina as quantidades relativas ou proporções em que as diversas quantidades são produzidas. Contudo, não determina o nível absoluto de produção na hipótese de uma função de produção com retornos constantes de escala, quando referida a uma indústria ou conjunto de setores.

de similaridade (Le Masne, 1988; Antille, Fontela e Guillet, 2000; Moranchel e Morales, 2014) entre duas economias para um setor j :

$$S^{R1-R2} = 100 \left(1 - 0,5 \sum_{i=1}^{n+1} |a_{ij}^{R1} - a_{ij}^{R2}| \right) \quad (1)$$

Onde $a_{ij}^{R1} = a_{ij}^{R2} = a_{ij} = x_{ij}/X_j$ são os coeficientes técnicos das matrizes de insumo produto comparadas entre os países hipotéticos $R1$ e $R2$, com $\forall i, j: 0 \leq a_{ij} \leq 1$ e $\sum_{i=1}^n a_{ij} \leq 1$.

O índice de similaridade estará mais próximo a 100 nos casos de alta similaridade entre os setores das duas economias e, como apontado por Antille, Fontela e Guillet (2000), é um dos indicadores de distância estatística³⁹ que pode ser calculado com o objetivo de estudar similaridades entre tabelas de insumo-produto.

Uma hipótese amplamente aceita na literatura aplicada de insumo-produto postula que, quando a economia evolui, a divisão interna do trabalho torna-se mais complexa. Como resultado, produzir um bem nesta economia envolve um crescente número de transações intermediárias entre os setores. Pela mesma razão, a composição do produto muda, quando ela torna-se mais intensiva em insumos intermediários, diminuindo o valor adicionado e os componentes da demanda final (Carter, 1970). Ademais, é possível afirmar que economias mais orientadas a satisfazer à demanda final produzam uma diferente cesta de bens do que aquelas orientadas à produção de bens intermediários. Isto implica que a composição do produto em cada economia será diferente.

Um segundo aspecto que merece destaque é a contribuição que cada setor individual faz às variáveis agregadas da economia. Mesmo se assumirmos que todos os setores são idênticos tecnologicamente em todos os países, ainda assim cada economia se especializará de modo diferente, devido a diferentes dotações de fatores, vantagens comparativas ou outras diferenças institucionais, incluindo as preferências dos consumidores. Todo este amplo conjunto de fatores pode resultar em diferentes composições do produto entre os países. Ora, disto emergirá diferentes padrões de

³⁹ O índice de Le Masne é uma medida de similaridade através de distâncias euclidianas. Este indicador permite comparar duas tabelas de insumo-produto de um país entre dois anos ou de dois países para um mesmo ano.

articulação entre os setores em cada economia, isto é, economias com forte participação de setores produtores de bens intermediários no produto total serão estruturalmente diferentes daqueles mais orientados a produzir bens para satisfazer a demanda final.

De modo a realizar a análise da composição do produto, é conveniente definir alguns coeficientes seguindo a lógica do modelo de insumo-produto:

a) Coeficiente de demanda intermediária:

$$DI_i = \frac{\sum_j t_{ij}}{X_i} = \sum_j a_{ij} \quad (2)$$

DI_i é um indicador da demanda intermediária satisfeita por um setor i por unidade de produto no setor i .

b) Coeficiente de demanda final:

$$DF_i = \frac{Y_i}{X_i} \quad (3)$$

Indicando a proporção do produto do setor i destinado a satisfazer a demanda final. Dessa forma, a soma destes dois índices para cada setor i é igual a um.

A partir da disponibilidade das matrizes de insumo-produto é possível calcular a proporção das exportações no produto total, o consumo aparente e o coeficiente de penetração de importações, respectivamente:

$$e_i = \frac{E_i}{X_i} \quad (4)$$

$$CPI_i = \frac{M_i}{(X_i + M_i) - E_i} \quad (5)$$

Onde E_i e M_i são, respectivamente, as exportações e importações totais realizadas pelo setor i .

O significado que aparece em cada coluna na tabela de coeficientes da matriz inversa indica a produção requerida direta e indiretamente em cada setor i , quando a demanda final para o setor j aumenta em uma unidade. A soma total da coluna indica as repercussões na escala de produção de todos os setores, resultado daquela variação em uma unidade na demanda final.

A soma vertical de toda coluna para os setores j da matriz inversa de coeficientes é dividida pelo valor médio da soma por coluna dessa matriz inversa de coeficientes. Esta razão apresenta as magnitudes relativas das repercussões na produção, isto é, quais setores institucionais da demanda final podem exercer as maiores

repercussões na produção em todo o conjunto de setores. Esta razão é chamada de índice do poder de dispersão e pode ser calculado como segue:

$$IPD_j = \frac{\sum_i a_{ij}}{\bar{A}} \quad (6)$$

Onde $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_j a_{ij} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j a_{ij}$ é o valor médio da soma por coluna da matriz inversa de coeficientes técnicos.

Já o significado para cada linha na matriz inversa de coeficientes mostra os suprimentos requeridos direta e indiretamente em cada setor i , quando uma unidade da demanda final para o setor j aumenta em uma unidade. A razão produzida por dividir a soma horizontal total pelo valor médio da soma de todas as linhas indicará as influências relativas de uma unidade da demanda final no setor i . Este índice é chamado de índice da sensibilidade de dispersão, o qual pode ser calculado da seguinte forma:

$$ISD_i = \frac{\sum_j a_{ij}}{\bar{A}} \quad (7)$$

Onde $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_i a_{ij} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j a_{ij}$ é o valor médio da soma por linha da matriz inversa de coeficientes técnicos.

Por fim, seguindo os trabalhos seminais de Wong (1954), Lantner (1972a, 1974) e Ponsard (1972), é possível calcular uma medida de complexidade de uma estrutura a partir do determinante $\Delta = (I - A)$. Este determinante Δ é chamado de determinante estrutural, porque leva em consideração a arquitetura e a intensidade das relações estabelecidas entre os polos da estrutura. Como já exposto no capítulo 1, o índice global de circularidade pode ser calculado como:

$$igc = \frac{1 - \Delta}{\Delta} \quad (8).$$

Podemos dizer, seguindo a análise de Aroche (1993), que Δ é um indicador do volume das transações interindustriais, descontando as influências intra-industriais (os coeficientes a_{ii}) e os circuitos. Então Δ iguala a soma das influências diretas transmitidas por meio de todos os caminhos na economia. Isso permite afirmar que Δ é uma função das ligações diretas entre todos os setores que compõem uma estrutura. Na medida em que aumenta a interrelação entre os setores, maior será a circularidade e menor o valor do determinante. Como apontado por Lantner (1972a) e Lantner e Carlier (2004), todo circuito e *loop* entrava ou amortece a difusão da influência entre os setores. Resumidamente podemos dizer há uma relação inversa entre Δ e $\frac{1-\Delta}{\Delta}$:

- O determinante Δ de uma estrutura de trocas econômicas é uma função decrescente da autarquia dos polos⁴⁰;
- A circularidade estrutural, $\frac{1-\Delta}{\Delta}$, é uma função crescente da autarquia dos polos (Defourny e Marée, 1978).

Já $\frac{1}{\Delta}$, por sua vez, é uma medida da influência transmitida devido à presença de circuitos, de modo que é um bom indicador do nível de interdependência entre os setores. Vale salientar, que a circularidade não depende do tamanho ou dos valores dos coeficientes a_{ij} ou t_{ij} , mas sim da complexidade da economia, podendo ser definida pela presença de circuitos de influência direta e indireta. Em outras palavras, a circularidade depende do nível de integração entre os setores (Aroche, 1993).

A partir deste índice global de circularidade e a partir da interpretação econômica do determinante de uma estrutura de trocas, podemos construir os seguintes indicadores macro-estruturais:

a. Taxa de autarquia

Em uma estrutura de trocas perfeitamente autárquica, cada polo produz ele mesmo os recursos de bens e serviços, utilizando a ajuda dos recursos exteriores. Essa estrutura é definida por um sistema de n equações, que verificam:

$$(1 - a_{jj}) = \delta_j$$

Nesse caso, o limite superior do determinante⁴¹ da estrutura é igual ao valor do determinante mínimo, definido pelo teorema da indução-produto:

$$\Delta_{maj} = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) = \prod_{j=1}^n \delta_j = \Delta_{min}$$

⁴⁰ Para uma demonstração do teorema ver o capítulo 1. De acordo com Gallo (2006), os *loops* entram a difusão da influência ao longo da estrutura, assim como as circularidades parciais.

⁴¹ Lembramos que o limite superior do determinante, Δ_{maj} , é identificado como o determinante associado a uma estrutura perfeitamente triangular. Este se distingue do determinante máximo, Δ_{max} , que está associado a uma estrutura particular, o circuito hamiltoniano único. Assim, Δ_{maj} pode ser considerado como o limite superior do determinante, independentemente da estrutura analisada, enquanto que Δ_{max} define o valor máximo que pode ser atingido por Δ_{maj} . Aqui mantivemos o termo francês *majorant*, o qual significa limite superior.

No caso oposto, quando os auto-consumos são nulos ($a_{jj} = 0 \forall j$), cada um dos polos é alimentado, por bens e serviços, pelos outros polos da estrutura (e o exterior) e nesse caso, temos:

$$\Delta_{maj} = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) = 1.$$

Então podemos medir a taxa de autarquia pelo seguinte indicador:

$$h = \frac{1 - \Delta_{maj}}{1 - \Delta_{min}}.$$

Mantendo a coerência com o exposto anteriormente, a taxa de autarquia é uma função crescente dos auto-consumos dos respectivos polos da estrutura, possuindo duas propriedades:

1. Seu valor mínimo $h = 0$ é alcançado quando $a_{jj} = 0 \forall j$.
2. Seu valor máximo $h = 1$ é atingido quando $\prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) = \prod_{j=1}^n \delta_j = \Delta_{min}$.

A partir da taxa de autarquia podemos calcular um indicador complementar, a taxa de troca interna da estrutura:

$$e = 1 - \frac{1 - \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj})}{1 - \Delta_{min}} = \frac{\prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) - \Delta_{min}}{1 - \Delta_{min}}.$$

b. A taxa de interdependência

O determinante de uma estrutura de trocas pode ser interpretado como o limite superior do determinante Δ_{maj} , do qual subtraímos a soma dos efeitos realizados pelas circularidades, aqui denotadas por C , esta soma é o indicador da interdependência entre os polos:

$$\Delta = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) - C \leftrightarrow C = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj}) - \Delta.$$

Então podemos definir a taxa de interdependência dos polos da seguinte forma:

$$i = \frac{\Delta_{maj} - \Delta}{1 - \Delta_{min}}$$

Esse indicador atingirá seu valor mínimo quando $\Delta_{maj} = \Delta$, isto é, no caso de uma estrutura perfeitamente autárquica.

Lantner sublinha a pertinência deste indicador que leva em consideração em seu denominador todas as relações exteriores da estrutura e em seu numerador todas as ligações internas, tanto em direção, quanto em intensidade⁴². Na verdade, segundo o teorema da indução do produto, Δ_{min} captura a importância dos choques advindos da demanda final, que entram na estrutura, *vis-à-vis* os recursos totais. Dessa forma, a expressão $(1 - \Delta_{min})$ aparece para “isolar” os efeitos advindos da demanda final, concentrando-se unicamente sobre as características das trocas intra-estrutura ou entre os setores.

c. A taxa de triangularidade ou dependência de uma estrutura

Os desenvolvimentos realizados ao longo dessa seção buscam realçar a articulação entre interdependência (circularidade) e dependência (triangularidade), uma vez que ambos os indicadores conseguem discriminar de forma mais satisfatória as diferentes configurações estruturais. A construção das taxas de circularidade e de triangularidade está baseada em três observações (Lantner, 1974):

1. A primeira estabelece a diferença $(1 - \Delta_{maj})$ como uma função crescente das autarquias, sendo estas identificadas como um tipo particular de circularidade parcial;
2. A segunda compreende a ideia segundo a qual o produto dos termos da diagonal principal $\prod_{j=1}^n (1 - a_{jj})$ é um limite superior para Δ , este valor máximo será atingido no caso de estruturas com nenhum circuito de dois ou mais arcos. Isso é o que define uma estrutura estritamente triangular;

⁴² A construção deste indicador aparece como uma resposta à advertência de Aujac (1960), segundo o qual não podemos caracterizar uma rede de ligações entre as indústrias levando em consideração apenas a localização dos ligações ou de suas intensidades. Evidentemente, ainda segundo Aujac, só será possível chegar a um resultado satisfatório quando considerarmos, simultaneamente, a localização e a intensidade de cada ligação.

3. O terceiro ponto relaciona-se com o fato de que todo circuito de dois ou mais arcos provoca uma diminuição no valor do determinante e contribui, assim, para aumentar o valor da interdependência $\Delta_{maj} - \Delta$.

A taxa de triangularidade é definida como o complemento da taxa de circularidade ou taxa de dependência (Lantner, 1972b), t :

$$t = 1 - \frac{1 - \Delta}{1 - \Delta_{min}} = \frac{\Delta - \Delta_{min}}{1 - \Delta_{min}}.$$

Sempre que $\Delta_{min} \neq 1$, teremos a seguinte propriedade:

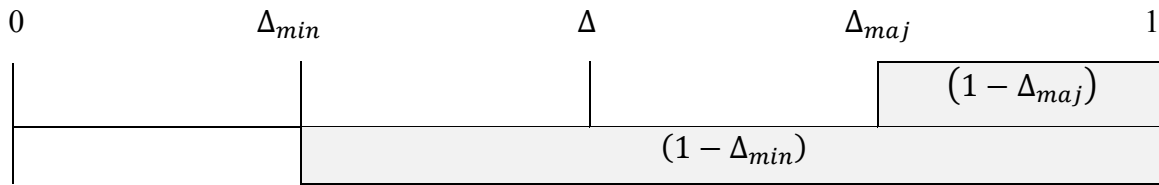
$$h + i + t = \frac{1 - \Delta_{maj}}{1 - \Delta_{min}} + \frac{\Delta_{maj} - \Delta}{1 - \Delta_{min}} + \frac{\Delta - \Delta_{min}}{1 - \Delta_{min}} = 1.$$

A partir desta propriedade, Lantner (2000) representou os indicadores de autarquia, interdependência e dependência dentro dos limites $[0,1]$. O determinante da estrutura está entre esses dois limites:

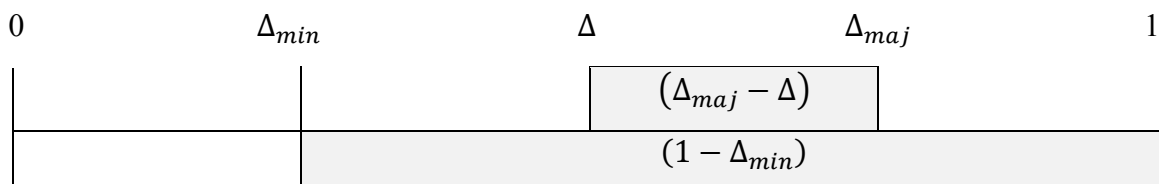
| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| 0 | $\prod_{j=1}^n \delta_j = \Delta_{min}$ | Δ | $\Delta_{maj} = \prod_{j=1}^n (1 - a_{jj})$ | 1 |
| | $\frac{(\Delta_{min} = 0)}{\text{Trocias internas}}$ | $\frac{(\Delta - \Delta_{min})}{\text{Dependência}}$ | $\frac{(\Delta_{maj} - \Delta)}{\text{Interdependência}}$ | $\frac{(1 - \Delta_{maj})}{\text{Autarquia}}$ |

Podemos explicitar um pouco mais a figura acima com uma representação mais “visual” dos indicadores estruturais. Esses três indicadores são destinados ao estudo do arranjo interno da estrutura, de modo que seu denominador comum $(1 - \Delta_{min})$ permite eliminar as relações externas, isto é, as variações advindas dos componentes da demanda final.

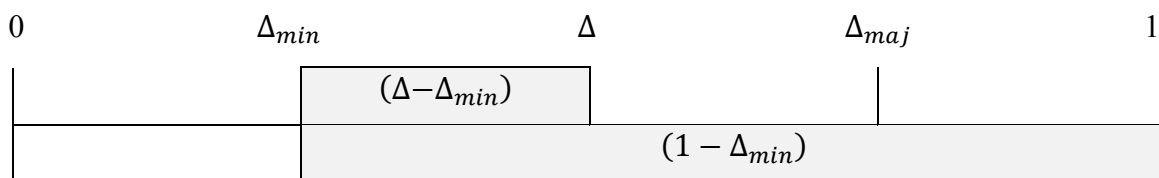
- Autarquia



- Interdependência



- Dependência



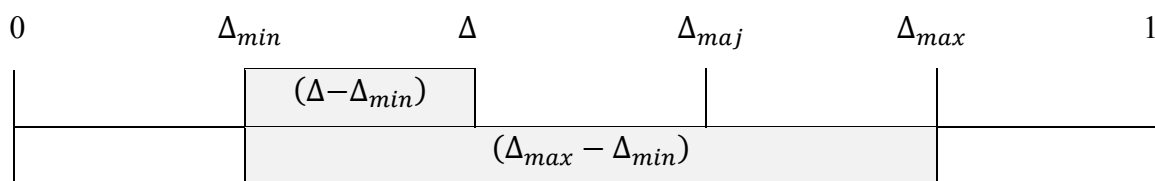
d. A taxa de difusão direta

Ainda que o determinante Δ seja um bom indicador da difusão da influência em uma estrutura, a hipótese de constância dos δ_j não permite comparar as estruturas tendo uma relação diferente com seu ambiente. Nesse caso, substituímos o termo $(1 - \Delta_{min})$ por $(\Delta_{max} - \Delta_{min})$, de modo que:

$$d = \frac{\Delta - \Delta_{min}}{\Delta_{max} - \Delta_{min}}$$

Onde $\Delta_{max} = 1 - \prod_{j=1}^n (1 - \delta_j)$.

Podemos representar graficamente da seguinte maneira:



Isso permite normalizar a análise da estrutura removendo seu grau de dependência *vis-à-vis* do exterior.

Este é um indicador mais fino que o determinante Δ e possui duas propriedades interessantes:

- Possui um valor mínimo $d = 0$, quando $\Delta = \Delta_{min}$, isto é, no caso de uma autarquia total dos polos;
- Possui um valor máximo $d = 1$ se $\Delta = \Delta_{max}$, isto é, quando o arranjo interno da estrutura autoriza a maior difusão possível da influência, tendo em conta as relações da estrutura com seu ambiente.

Todos os indicadores apresentados acima possuem um caráter global, ou seja, fornecem uma visão macro-estrutural das estruturas produtivas de Brasil e México em um ponto no tempo. Contudo, do ponto de vista meso-econômico e mesmo microeconômico, pouco podemos dizer sobre, por exemplo, a hierarquia setorial das subestruturas resultantes da extração hipotética de um setor i . Os IPD e ISD fornecem uma indicação da importância do setor i segundo o multiplicador potencial desse setor em termos de encadeamentos para trás e para frente⁴³. Essa abordagem não mostra, porém, o papel de um setor (ou de um grupo de setores) dentro da rede interindustrial de uma economia. A análise a partir dos sub-determinantes das subestruturas permite estabelecer um interessante diálogo com os indicadores clássicos de encadeamentos.

Levando em consideração que $\Delta \leq \Delta^{-i}$, como mostrado na introdução a este estudo, podemos tomar a diferença entre ambos para medir a importância do setor i na geração de circuitos de retroalimentação nesta estrutura:

$$T_{\Delta^{-i}-\Delta} = \Delta^{-i} - \Delta \quad (10).$$

⁴³ Para uma revisão crítica dos índices de encadeamentos e algumas sugestões de medidas alternativas ver Cai e Leung (2004).

$T_{\Delta^{-i}-\Delta}$ fornece uma estimação da importância do setor i em medir a perda de circuitos de retroalimentação por esta economia se este setor for hipoteticamente extraído. Do ponto de vista macro-estrutural, o índice de circularidade permite mostrar o grau de complexidade das economia a partir do peso das interdependências na estrutura, isto é, em Δ . Já do ponto de vista meso-econômico, a análise das subestruturas, Δ^{-i} , cria a possibilidade de ranquear os setores, seguindo o espírito dos indicadores clássicos de encadeamentos de Hirschman (1961), Rasmussen (1956) e Cella (1984).

2.3 A similaridade das duas economias como resultado de similares estratégias de desenvolvimento

A crise da dívida externa, desencadeada em 1982, aparece como ponto de ruptura nas estratégias de desenvolvimento adotadas por vários países latinoamericanos, centrado na ISI. Entre os países afetados pela crise da dívida externa estão o Brasil e o México, as duas maiores economias da região. Como aponta Aroche (1993), essas duas economias chegam à década de 1980 em estágios relativamente avançados de industrialização, de modo que apresentariam similares características estruturais no sentido de que os setores mostrariam similares níveis de articulação ou de complexidade. Contudo, diante dos problemas macroeconômicos decorrentes da crise de 1982, ambos os países modificam suas estratégias de desenvolvimento na direção de políticas de abertura comercial.

Uma hipótese aceita na literatura de desenvolvimento econômico, a partir dos trabalhos de Lewis (1958), Rostow (1961) e Hirschman (1961), é a de que quando uma economia se desenvolve, a divisão interna do trabalho torna-se mais complexa⁴⁴. Como resultado, para produzir um bem nesta economia é necessário um crescente número de transações intermediárias entre os setores (Carter, 1970). Em outras palavras, quando a divisão do trabalho torna-se mais complexa, as indústrias devem estar mais verticalmente integradas. Dessa forma, países como Brasil e México, ao chegarem à década de 1980 em um estágio avançado na estratégia de ISI, deveriam apresentar níveis similares de articulação entre os seus setores. Isso significa dizer que é esperado que essas economias apresentem um elevado grau de similaridade entre as estruturas produtivas, assim como em sua composição do produto.

⁴⁴ Essa abordagem também foi desenvolvida utilizando instrumentos da análise de insumo-produto. Ver Leontief (1951), Chenery e Watanabe (1958) e Hirschman (1961).

O índice de similaridade⁴⁵ estará próximo de 100 nos casos de alta similaridade entre os setores e o gráfico 1 abaixo apresenta os valores em sua ordem decrescente. Como podemos observar, os índices mais elevados de similaridade estão concentrados em setores como educação mercantil, intermediação financeira e seguros, agricultura, saúde mercantil, comércio, serviços prestados às empresas. Por outro lado, a similaridade diminui à medida em que passamos das chamadas “indústrias leves” para as “indústrias pesadas”. O setor de eletricidade, gás e água aparece como uma exceção a esse padrão, uma vez que seu nível de similaridade é relativamente pequeno. Esse valor pode ser devido, entre outros fatores, aos diferentes perfis de matriz energética que Brasil e México apresentavam até o início da década de 1980.

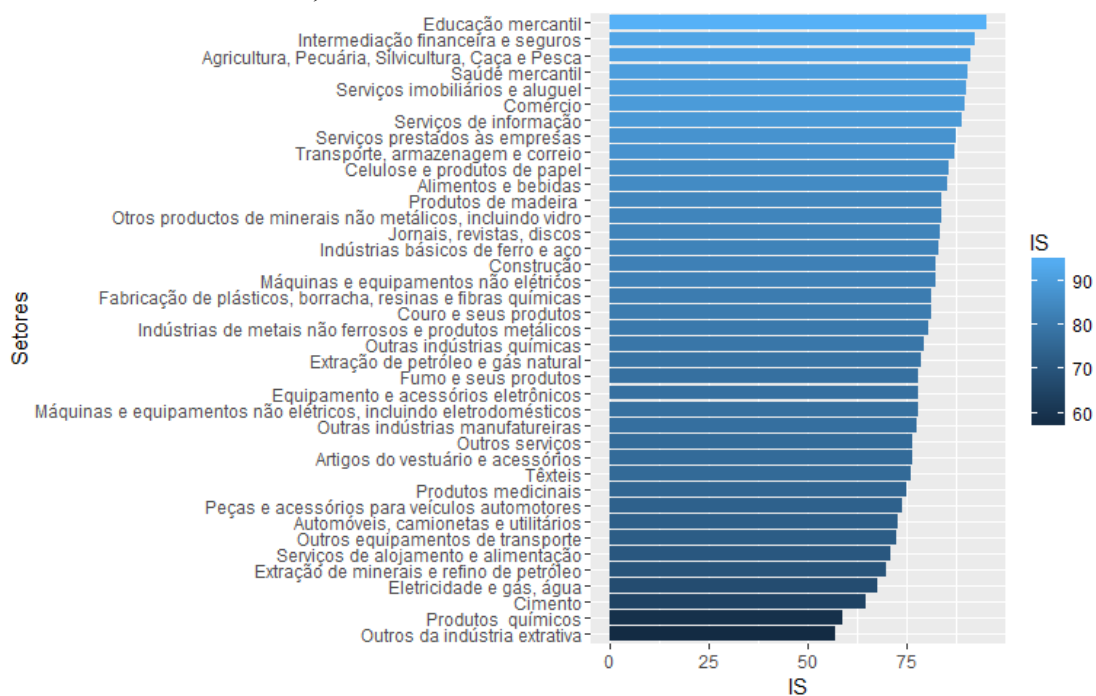
Os setores com os maiores índices de similaridade são caracterizados por processos produtivos homogêneos, com pouca capacidade de diferenciação de produto e baixa taxa de incorporação de progresso técnico. Além desses fatores, também podemos citar a baixa penetração de importações, ainda que o grau de abertura de ambos os países no começo da década de 1980 fosse relativamente baixo *vis-à-vis* a década imediatamente seguinte⁴⁶.

A estratégia de ISI foi uma fonte de crescimento em alguns setores de tecnologia simples, que requeriam mercados de pequenas dimensões e com uma elevada proteção. Uma vez que estes setores se “ocuparam”, o crescimento começou a enfrentar obstáculos (Tavares, 1964; Baer, Fonseca e Guilhoto, 1987). À medida em que avançava o processo de industrialização ocorriam dois fenômenos sobrepostos: uma maior complexidade da divisão do trabalho e uma maior integração vertical dos setores. O avanço na industrialização significou que a estratégia de substituição de importações passaria aos setores mais complexos do ponto de vista das tecnologias incorporadas nos processos produtivos, como o complexo metal-mecânico (Romo, 2013). Esse processo teria resultado em uma paulatina diferenciação não apenas de produtos, mas também do próprio processo produtivo e das técnicas a ele subjacentes. Esse movimento foi comum às duas economias e explica o alto valor médio do índice de similaridade (79.5, gráfico 10) (Fontela, López e Pulido, 2000).

⁴⁵ O índice de similaridade é um dos métodos empíricos para realizar estudos comparados de estruturas produtivas de diferentes países. Chenery e Watanabe (1958), a partir de um método de tentativa e erro, ranquearam e compararam os setores de acordo com uma combinação de *backward* e *forward linkages*. Outros métodos foram desenvolvidos por Simpson e Tsukui (1965), Lamel, Richter e Teufelsbauer (1971), Fukui (1986) e Aroche (1993) com base em triangularizações de matrizes.

⁴⁶ Esta afirmação está baseada no fato de que o índice de similaridade é uma distância estatística entre os coeficientes técnicos de ambos os países. Isso porque, por hipótese, a matriz *A* é uma relação técnica no sentido de que ela é determinada pela tecnologia empregada em cada setor (Leontief, 1951).

Gráfico 10 - Índice de similaridade a partir da matriz dos coeficientes técnicos totais – Brasil e México, 1980⁴⁷



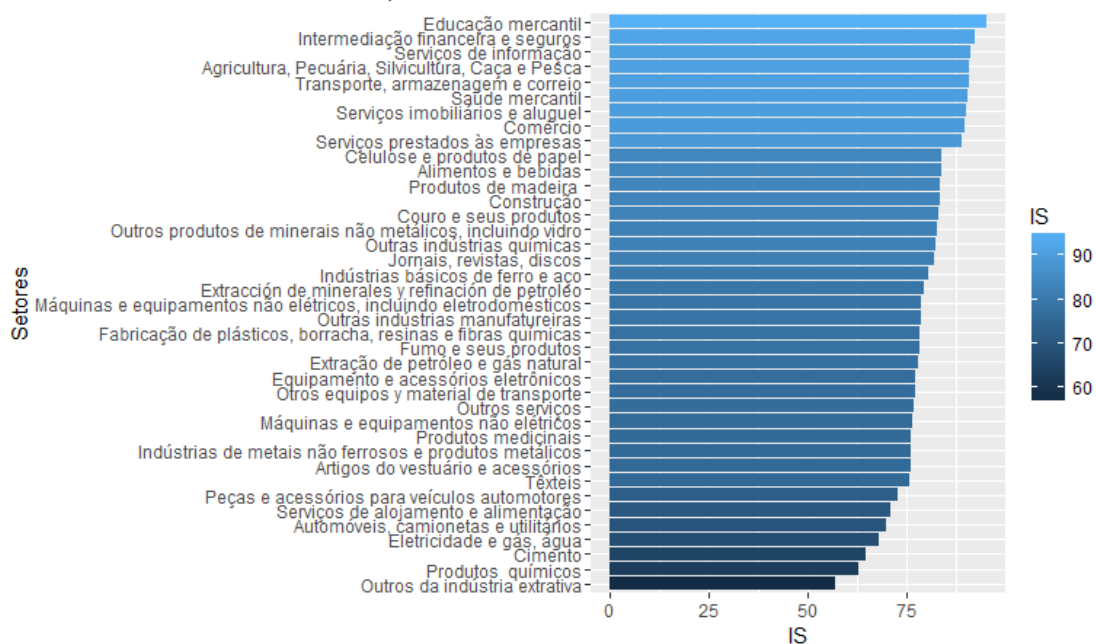
Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE e INEGI.

OBS: IS = Índice de similaridade

O gráfico 11 abaixo mostra o índice de similaridade para as matrizes de coeficientes técnicos domésticos, ou seja, sem as importações. Esse procedimento permite “excluir” os possíveis efeitos de distorção que as importações podem ocasionar na interpretação do índice de similaridade, uma vez que não estaríamos comparando apenas as estruturas produtivas internas. A retirada das importações não resultou, porém, em grandes modificações nos índices setoriais de similaridade. O padrão é próximo ao analisado para o caso da matriz de coeficientes técnicos totais, isto é, as primeiras posições são ocupadas pelos diversos serviços, comércio e agricultura, passando pelas indústrias leves para então chegar nas indústrias pesadas, como o complexo metal-mecânico. As exceções estão nos setores de eletricidade, gás e água, além dos setores têxteis e artigos de vestuário e acessórios.

⁴⁷ É necessário esclarecer que, para o caso do México, a chamada indústria automotriz se dividia à época da seguinte maneira: a indústria final ou de montagem, a de autopartes e a maquiladora de exportação. Cada uma se integrava da seguinte maneira: a indústria terminal é aquela que produz automóveis para passageiros, veículos leves e caminhões pesados, esta, por sua vez se subdividia em plantas para exportação e plantas para o mercado doméstico. A indústria de peças e acessórios inclui motores, partes para motor, sistemas de suspensão e o resto dos componentes. Finalmente, a indústria maquiladora está formada pelas fábricas de montagem que operam sobre regimens preferenciais. Neste estudo, utilizamos apenas as duas primeiras seções, porque os valores para as maquiladoras eram publicadas com critérios distintos e de forma separada.

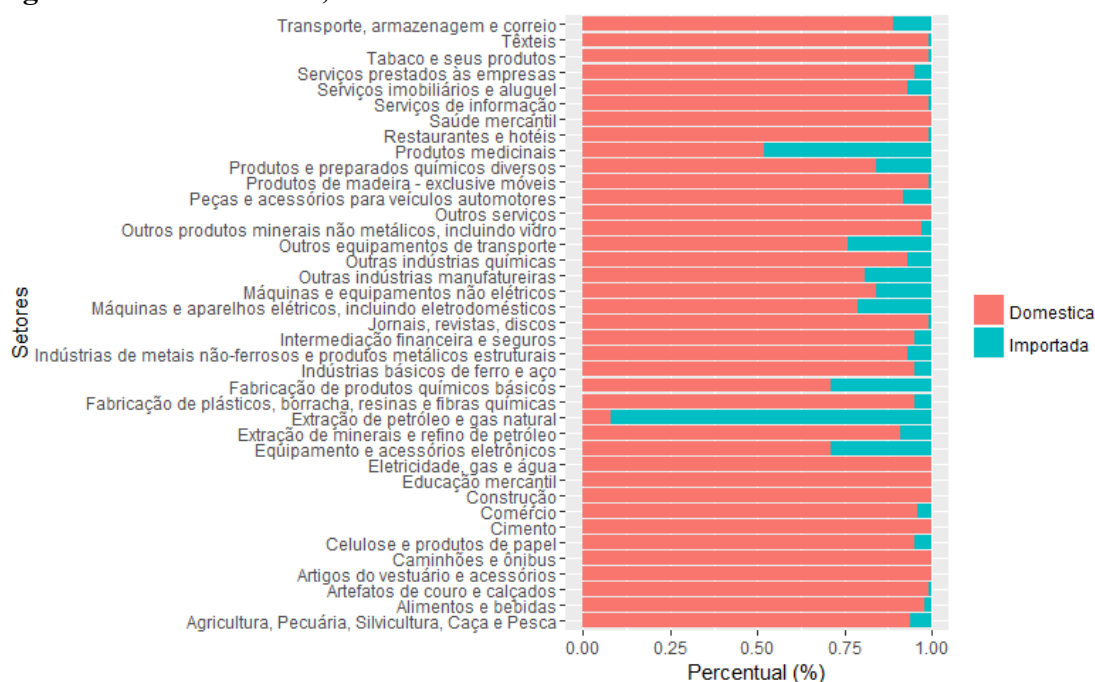
Gráfico 11 - Índice de similaridade a partir da matriz dos coeficientes técnicos domésticos – Brasil e México, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE e INEGI.
OBS: IS = Índice de similaridade

A fim de averiguar a influência das importações sobre a produção doméstica, o gráfico 12 mostra a composição do consumo intermediário em doméstico e importado para o Brasil, segundo os setores para o ano de 1980. Em primeiro lugar, verifica-se que as importações não respondem por uma grande parcela do consumo intermediário. As exceções estão concentradas nos seguintes setores: medicamentos (48%), extração de petróleo e gás natural (92%), equipamentos e acessórios eletrônicos (29%), fabricação de produtos químicos básico (29%), máquinas e aparelhos elétricos, incluindo eletrodomésticos (21%) e outros equipamentos de transporte (24%). Para todos estes setores a participação das importações supera os 20%. A parcela média de importações do consumo intermediário é de aproximadamente 10%, enquanto que a mediana é de 5%. Quando excluimos o setor de extração de petróleo e gás natural e produtos medicinais o valor médio cai para 7% e a mediana continua em 5%.

Gráfico 12 - Composição do consumo intermediário em doméstico e importado, segundo o setor – Brasil, 1980



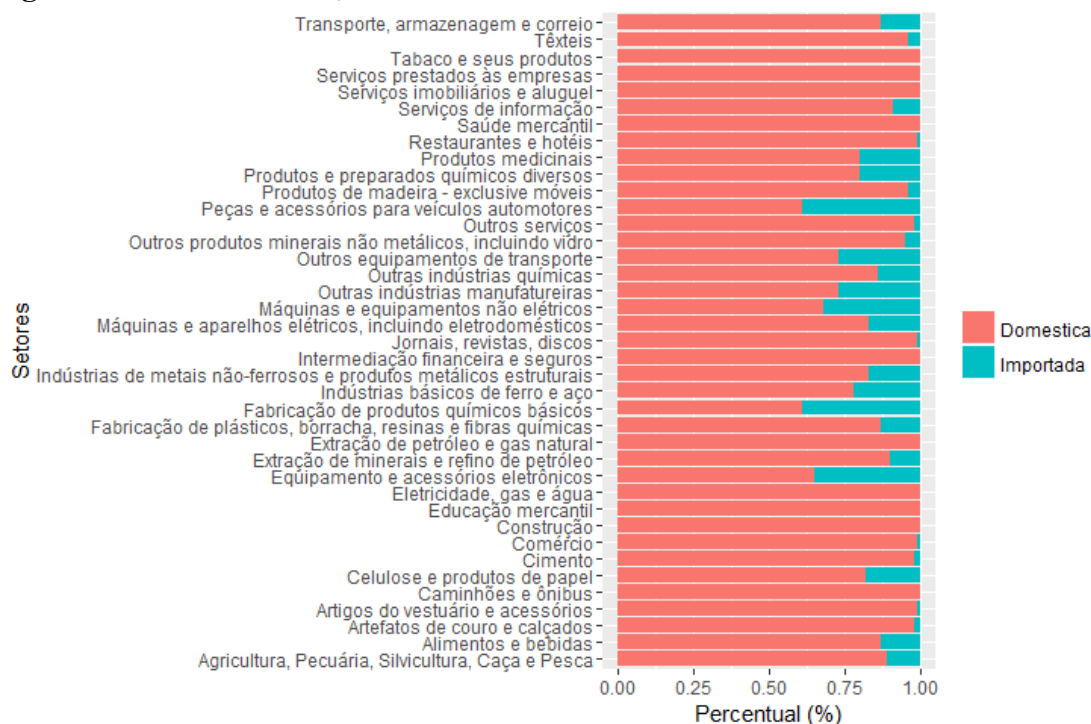
Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

Os resultados para a economia mexicana revelam um padrão similar ao da economia brasileira, tendo em vista que as importações também não respondem por uma grande parcela do consumo intermediário (média de 11%). Como revelam os dados do gráfico 13, os setores nos quais as importações responderam por uma significativa participação são: fabricação de produtos químicos básicos (39%), peças e acessórios para veículos automotores (39%), equipamentos e acessórios eletrônicos (35%) e máquinas e equipamentos não elétricos (32%). Os setores de fabricação de produtos químicos básicos e equipamentos e acessórios eletrônicos apresentaram elevados valores de participação das importações, refletindo as dificuldades enfrentadas por ambos os países nos estágios mais avançados do PSI.

O caso do setor de petróleo e gás natural merece uma análise em separado para melhor compreensão dessa disparidade verificada entre Brasil e México. Ao contrário do verificado no modelo mexicano de industrialização, o modelo brasileiro sempre foi estruturalmente dependente de importações de petróleo. Já em meados da década de 1950, através do Plano de Metas (1956), verificou-se a necessidade de aumentar a oferta de energia elétrica e aumentar a produção e refino de petróleo. Depois do primeiro choque do petróleo em 1973 e dada a necessidade de manter o ritmo de crescimento econômico verificado no período chamado de “milagre brasileiro”, o governo adota o II

PND. Entre os objetivos desse plano estava o aumento da produção de petróleo (Carneiro, 2002).

Gráfico 13 - Composição do consumo intermediário em doméstico e importado, segundo o setor – México, 1980



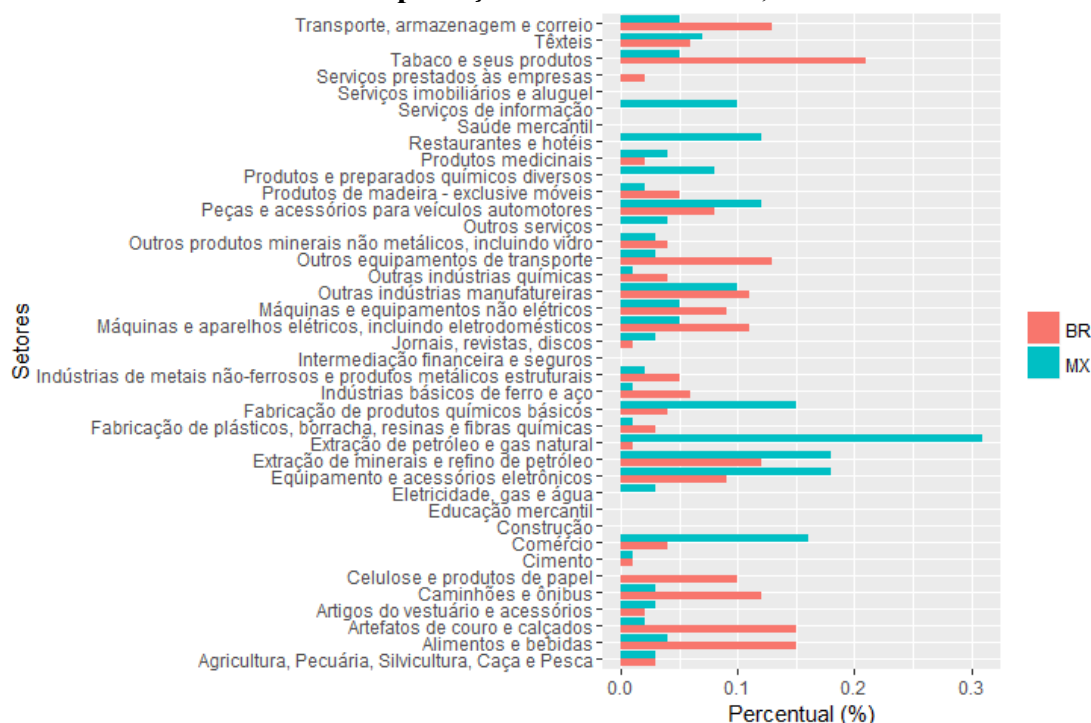
Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

O gráfico 14 mostra o coeficiente de exportação de modo a evidenciar o grau de orientação externa da produção doméstica. No caso do Brasil, os setores mais importantes são produtos do fumo (21%), artefatos de couro e calçados (15%), alimentos e bebidas (15%), outros equipamentos de transporte (13%), extração de minerais e refino de petróleo (12%), caminhões e ônibus (12%), máquinas e aparelhos elétricos, incluindo eletrodomésticos (11%)⁴⁸. Do lado do México, os setores mais importantes são: extração de petróleo e gás natural (31%), extração de minerais e refino de petróleo (18%), equipamento e acessórios eletrônicos (18%), fabricação de produtos químicos básicos (15%), peças e acessórios para veículos automotores (12%). No cômputo geral, os coeficientes de exportação de Brasil e México são bastante semelhantes, 5% e 6%, respectivamente.

⁴⁸ Ainda que os resultados não sejam diretamente comparáveis, tendo em vista os diferentes níveis de agregação e tratamento dos dados, esses resultados para o Brasil estão em linha com o estudo realizado por Baer, Fonseca e Guilhoto (1987), excetuando-se os produtos do fumo e calçados e couros. Mais à frente teremos a oportunidade de ver que alguns setores com forte orientação ao exterior também são os setores considerados como mais importantes (*key sectors*).

Como apontado por Moreno-Brid e Ros (2010), o período de 1978-1981 é considerado como de “auge petrolero” no México. Segundo os autores, nesse período foi adotado um plano de industrialização, que teve por objetivo reforçar a competitividade das exportações manufatureiras e aprofundar a substituição das importações de bens de capital, supondo-se que o preço do petróleo permaneceria estável no longo prazo. Impulsionado pela produção de petróleo e suas exportações, o PIB mexicano cresceu de forma mais rápida do que o verificado em períodos históricos anteriores (Moreno-Brid e Ros, 2010). Hirschman (1987) e Ros (1987) apontam que, ao contrário do esperado, a taxa de crescimento das exportações de petróleo não foi suficiente para superar a taxa de crescimento das importações totais. As importações passam a contar por uma parte considerável da oferta doméstica total, de modo que esse processo foi chamado por Hirschman (1987) de “*import desubstitution*”⁴⁹.

Gráfico 14 - Coeficiente de exportação – Brasil e México, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE e INEGI.
OBS: BR = Brasil; MX = México.

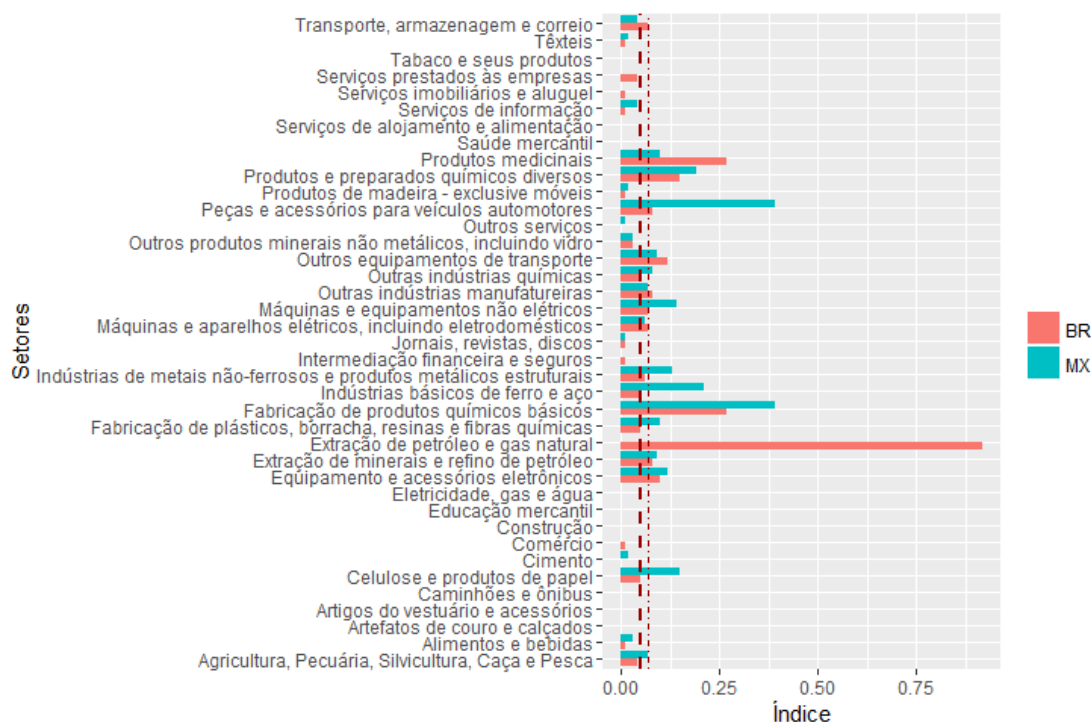
⁴⁹ Para uma exposição detalhada do debate em torno das políticas de liberalização comercial e do consequente aumento das importações de insumos intermediários ver Ros (1994).

O caso mexicano constitui um “desvio” dentro dos países que adotaram o modelo de ISI (Katz, 2000). Esse desvio está relacionado à emergência das exportações de *maquilas*, que surge no fim da década de 1960 e início da década de 1970. Segundo Castillo e de Vries (2013) e Moreno-Brid e Ros (2010), o governo adotou as *maquiladoras* devido à sua importância na geração de emprego ao longo da fronteira norte com os Estados Unidos. Com o passar do tempo os *policymakers* observaram que as *maquiladoras* eram importantes não somente para a geração de empregos, mas também para o aumento das reservas em moeda estrangeira e para o desenvolvimento das firmas domésticas que ofertam insumos a estas *maquiladoras*.

A análise desde o ponto de vista da penetração das importações mostra como os maiores índices estão concentrados nos complexos metal-mecânico e petroquímico (gráfico 15). Os setores que compõem estes complexos foram “selecionados”, em diferentes momentos da ISI, por serem vistos como os setores mais importantes para a geração de encadeamentos inter-setoriais. Em termos comparativos, a média do índice de penetração de importações (0.05 para o Brasil e 0.07 para o México) e a mediana (0.02 para o Brasil e 0.03 para o México) são relativamente maiores na economia mexicana⁵⁰ (gráfico 15). Novamente, quando comparamos o índice de similaridade e o índice de penetração das importações dos dois países, percebemos que os setores considerados menos similares são os que possuem o maior índice de penetração das importações (e também de coeficiente de exportação).

⁵⁰ De acordo com Oliveira Júnior (1999), depois da crise externa, no início da década de 1980, houve uma necessidade de restringir o fluxo de bens importados devido à necessidade de gerar superávits comerciais e, assim, diminuir a possibilidade de crises no balanço de pagamentos. Isso teve como consequência uma diminuição no coeficiente de importação da economia.

Gráfico 15 - Índice de penetração das importações, por setor – Brasil e México, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE e INEGI.

OBS: BR = Brasil; MX = México.

OBS.1: A linha pontilhada em negrito é a média para o Brasil (0.05) e a outra se refere à média para o México (0.07).

Esses resultados apontam no sentido de que, apesar do alto grau de similaridade total entre as duas economias, existem diferenças relevantes entre os setores. O menor grau de similaridade entre os setores dos complexos metal-mecânico e petroquímico significa que, embora as estratégias de desenvolvimento sejam similares, o grau de abertura entre os setores diverge, de modo que, a nível do conjunto da economia, o México aparece como uma economia relativamente mais aberta *vis-à-vis* o Brasil. Isso leva à conclusão de que os setores estavam expostos a diferentes graus de concorrência e importavam diferentes conjuntos de tecnologias disponíveis no mercado mundial, refletindo-se em diferentes capacidades para endogeneizar o progresso técnico (Fajnzylber, 1983). Como teremos a oportunidade de analisar na próxima seção, há uma estreita relação entre a abertura comercial dos setores e a importância dos setores em termos de encadeamentos setoriais. Ademais, essas diferenças em termos de abertura ao comércio exterior também têm reflexos sobre o grau de interdependência e dependência entre os setores.

Os indicadores da tabela 4 foram construídos a partir das Tabelas de Recursos e Usos do Sistema de Contas Nacionais do Brasil para o período de 1990-1993 e a partir das matrizes de insumo-produto disponibilizadas para os anos de 1980 e 1985. A matriz de 1980 foi publicada com a classificação de atividades e setores no nível 100 (136 produtos e 89 setores), enquanto as demais estão no nível 80 (80 produtos e 43 setores). De acordo com Ramos (1999), como as matrizes estão organizadas hierarquicamente, é possível agregar os dados da matriz de 1980 no nível 80, compatibilizando os dados da matriz de 1980 com as demais matrizes. A compatibilização das matrizes foi realizada utilizando-se o tradutor próprio do IBGE⁵¹ e a preços correntes.

Entre 1980 e 1993, dos 43 setores analisados 23 apresentaram variação positiva no período, revelando que vários setores estavam mais suscetíveis à choques externos. Contudo, desses 23 setores apenas 2 setores, equipamentos eletrônicos (7,54%) e indústria têxtil (7,21%), apresentaram uma variação superior a 5%. Outros 3 setores mostraram variação entre 3% e 5%, automóveis, caminhões e ônibus (3,53%), fabricação de calçados (4,43%) e Serviços Industriais de Utilidade Pública (S.I.U.P) (3.84%).

Do ponto de vista dos setores com variação negativa no período de 1980-1993, chama a atenção a redução de três setores, refino de petróleo (37.32%), beneficiamento de produtos vegetais (12.34) e químicos diversos (11.63). Conforme Ramos (1999) e Fonseca, Carvalho Júnior e Pourchet (2000), essa redução verificada no setor de refino de petróleo foi o resultado conjunto de um aumento sustentado da produção nacional e da entrada em funcionamento dos polos petroquímicos. Esse último fator é o resultado da maturação dos investimentos realizados no II PND (Castro e Souza, 1985).

⁵¹ Infelizmente não foi possível realizar o mesmo exercício para a economia mexicana devido a inexistência de outras matrizes para a década de 1980 ou das Tabelas de Recursos e Usos disponibilizadas pelo INEGI.

Tabela 4 - Participação do consumo importado no consumo total (em %), segundo o setor - Brasil (1980-1993)

| ATIVIDADES | 1980 | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | % 1980-1993 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Agropecuária | 0.16 | 0.27 | 0.75 | 1.08 | 0.83 | 1.26 | 1.10 |
| Extrativa mineral | 0.58 | 2.55 | 2.04 | 1.82 | 1.59 | 2.40 | 1.82 |
| Petróleo e gás | 1.36 | 2.29 | 1.11 | 1.07 | 1.06 | 1.46 | 0.10 |
| Mineral não metálico | 1.01 | 1.05 | 1.77 | 1.47 | 1.54 | 2.07 | 1.06 |
| Siderurgia | 4.55 | 5.16 | 4.75 | 7.04 | 5.98 | 5.94 | 1.39 |
| Metal. não ferrosos | 13.37 | 6.25 | 7.58 | 10.14 | 10.54 | 9.19 | -4.18 |
| Outros metalúrgicos | 2.25 | 1.29 | 1.89 | 1.57 | 1.61 | 1.75 | -0.50 |
| Máquinas e equipamentos | 3.46 | 2.04 | 1.94 | 2.05 | 3.98 | 2.89 | -0.57 |
| Material elétrico | 7.62 | 3.90 | 2.90 | 2.99 | 3.22 | 3.86 | -3.76 |
| Equip. eletrônicos | 9.43 | 8.43 | 10.65 | 16.27 | 15.45 | 16.97 | 7.54 |
| Autom./Cam./ônibus | 3.09 | 3.42 | 3.00 | 3.64 | 5.62 | 6.62 | 3.53 |
| Peças e outros veículos | 5.04 | 3.80 | 4.19 | 4.76 | 4.19 | 5.12 | 0.08 |
| Celulose, pale e gráfica | 2.55 | 1.55 | 3.06 | 3.37 | 3.15 | 4.26 | 1.71 |
| Madeira e mobiliário | 0.54 | 1.11 | 0.99 | 1.00 | 1.15 | 1.35 | 0.81 |
| Indústria da borracha | 6.45 | 5.18 | 5.02 | 6.32 | 5.73 | 6.04 | -0.41 |
| Elementos químicos | 6.56 | 4.69 | 3.69 | 3.60 | 2.80 | 2.56 | -4.00 |
| Refino de petróleo | 48.19 | 27.65 | 15.48 | 16.10 | 14.03 | 10.87 | -37.32 |
| Químicos diversos | 21.15 | 10.04 | 8.59 | 9.19 | 9.43 | 9.52 | -11.63 |
| Farmac. e veterinária | 8.90 | 5.44 | 8.92 | 11.04 | 9.53 | 9.10 | 0.20 |
| Artigos plásticos | 2.81 | 1.30 | 2.02 | 3.10 | 3.17 | 3.38 | 0.57 |
| Indústria têxtil | 0.67 | 1.12 | 2.85 | 4.04 | 4.56 | 7.88 | 7.21 |
| Artigos do vestuário | 0.11 | 0.29 | 0.81 | 1.08 | 1.10 | 1.96 | 1.85 |
| Fabricação de calçados | 0.97 | 3.00 | 3.92 | 5.17 | 5.03 | 5.40 | 4.43 |
| Indústria do café | - | 0.07 | 0.19 | 0.16 | 0.19 | 0.24 | 0.24 |
| Benef. produtos veget. | 16.69 | 3.48 | 4.62 | 4.21 | 4.48 | 4.35 | -12.34 |
| Abate de animais | 1.01 | 0.91 | 0.59 | 0.49 | 0.51 | 0.50 | -0.51 |
| Indústria de laticínios | 0.15 | 0.38 | 0.89 | 1.06 | 0.52 | 0.94 | 0.79 |
| Fabricação de açúcar | 0.23 | 0.81 | 1.14 | 1.12 | 1.04 | 1.36 | 1.13 |
| Fab. óleos vegetais | 3.19 | 2.84 | 1.01 | 2.83 | 3.55 | 1.59 | -1.60 |
| Outros produtos aliment. | 4.59 | 2.46 | 3.35 | 3.55 | 3.08 | 3.39 | -1.20 |
| Indústrias diversas | 3.85 | 4.17 | 1.39 | 1.65 | 1.94 | 2.30 | -1.55 |
| S.I.U.P. | 0.36 | 0.65 | 5.11 | 6.86 | 5.91 | 4.20 | 3.84 |
| Comércio | 0.78 | 0.38 | 0.63 | 0.62 | 0.68 | 0.96 | 0.18 |
| Construção civil | 1.34 | 0.75 | 0.97 | 0.98 | 1.02 | 1.24 | -0.10 |
| Transportes | 11.36 | 6.67 | 8.27 | 11.67 | 12.05 | 11.10 | -0.26 |
| Comunicações | 2.39 | 1.25 | 1.60 | 2.60 | 1.94 | 1.83 | -0.56 |
| Intermediação financeira | 1.00 | 0.37 | 0.29 | 0.33 | 0.28 | 0.28 | -0.72 |
| Serv. Prest. Às famílias | 1.08 | 0.82 | 1.08 | 1.18 | 1.22 | 1.40 | 0.32 |
| Serv. Prest. Às empresas | 2.39 | 0.37 | 0.52 | 0.47 | 0.61 | 0.90 | -1.49 |
| Aluguel de imóveis | - | 0.05 | 0.07 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.05 |
| Administração pública | 0.30 | 0.74 | 0.70 | 1.07 | 1.19 | 1.52 | 1.22 |
| Serv. Priv. Não mercantis | - | - | - | 0.12 | - | - | 0.00 |
| Média | 4.80 | 3.07 | 3.10 | 3.78 | 3.70 | 3.81 | |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

A análise seguinte é muito similar a alguns estudos realizados para a economia brasileira e mexicana ao longo das décadas de 1970 e 1980 (Clements e Rossi, 1991; Locatelli, 1983; Hewings et al., 1989; Cardero e Aroche, 2008; Cardero e Galindo, 2005). Esses estudos centram suas análises não apenas na importância de determinados setores para os encadeamentos produtivos, mas também na verificação de qual a direção ou o padrão de mudança estrutural observado nas economias latinoamericanas. De acordo com Baer, Fonseca e Guilhoto (1987), a grande ênfase dada aos produtos da indústria pesada e aos bens duráveis, quando comparado aos padrões vigentes em outros países desenvolvidos e em desenvolvimento, sugere que o padrão de consumo, e, portanto, de produção do Brasil foi afetado pela desigual distribuição de renda vigente.

Ainda que os resultados aqui apresentados não sejam totalmente comparáveis aos demais trabalhos anteriormente citados, devido aos diferentes tratamentos metodológicos na agregação e nos preços relativos, estes servem como guias de orientação no sentido de apontar características similares no nosso estudo. O gráfico 16 e a tabela 5 abaixo apresentam os índices de dispersão (IPD) e de sensibilidade da dispersão (ISD) para o Brasil, em 1980, agrupados em uma tipologia de acordos com os valores dos índices⁵². A área em cinza procura mostrar como os setores estão agrupados, em sua maioria, em torno do valor 1: para o IPD são 24 setores e para o ISD são 20 setores.

No quadrante I, temos os setores-chave, cujos valores para ambos os índices são maiores do que 1. Este grupo corresponde a 9 setores, perfazendo 23.1% dos 39 setores. É interessante notar que alguns setores deste grupo também são considerados como “chave” nos estudos anteriormente citados, como é o caso das indústrias básicas do ferro e do aço, fabricação de produtos químicos, indústrias de metais não-ferrosos e produtos metálicos estruturais, peças e acessórios para veículos automotores e celulose e produtos de papel (Baer, Fonseca e Guilhoto, 1987). Isso significa que estes setores são fortes demandantes e ofertantes de bens e serviços e possuem uma forte centralidade nos fluxos intersetoriais de bens intermediários. Em termos de formulação de política econômica, estes nove setores poderiam ser considerados como prioritários, uma vez que são importantes do ponto de vista do dinamismo da economia⁵³.

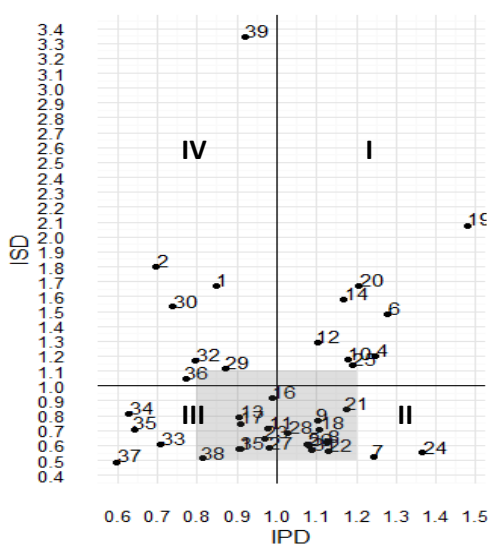
⁵² Esta tipologia está baseada parcialmente em Schuschny (2005).

⁵³ Cabe deixar claro que o conceito de setor-chave não pode ser definido de maneira unívoca, já que a definição dependerá do problema a ser estudado. Por exemplo, seria possível considerar como chave um setor que maximiza o aumento do emprego e minimiza a dependência das importações competitivas. A multiplicidade de objetivos que caracteriza o fenômeno do crescimento e do desenvolvimento econômico impede que um número reduzido de setores satisfaça todos os objetivos simultaneamente.

Os dados também apontam a importância dos setores de alimento e bebidas e têxteis para a geração de encadeamentos tanto para trás quanto para frente. Esses dados também são condizentes com estudos mais recentes sobre o tema da importância do estudo dos setores-chave de uma economia (Dweck, Kupfer e Freitas, 2007). Como teremos a oportunidade de analisar mais à frente, há uma interessante coincidência entre os setores-chave da economia e aqueles calculados para a economia mexicana.

No quadrante II estão os setores impulsores ou de forte poder de arrasto sobre os demais, com baixos encadeamentos para frente e altos para trás. Neste grupo temos um total de 11 setores (28.2% do total), compreendendo distintos tipos de setores, desde a construção, passando por outros materiais de transporte, máquinas e equipamentos elétricos, até setores do fumo e seus produtos e cimento. Estes setores são classificados como impulsores, porque possuem um elevado consumo de bens intermediários e uma oferta de produtos que, em sua maior parte, abastece a demanda final. Dadas essas características, pertencem à última fase do processo produtivo.

Gráfico 16 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão – Brasil, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

No quadrante III temos a maior concentração de setores, 13 (33.3% do total), caracterizados como independentes. Essa caracterização está relacionada ao fato de que estes setores consomem uma baixa quantidade de insumos intermediários e dedicam parte expressiva de sua demanda à satisfazer a demanda final. São setores isolados, que não provocam efeitos de encadeamentos significativos no sistema econômico, nem

reagem de forma relevante ante os efeitos de encadeamentos provocados pelas variações da demanda intermediária de outros setores.

O setor de extração de petróleo e gás natural (3) está localizado nesse *cluster*, resultado condizente com os dados referentes com a composição do consumo intermediário, dependente em elevado grau das importações, e também com o elevado índice de penetração de importações. Outro resultado esperado é o do setor de equipamentos e acessórios eletrônicos ou, de forma genérica, a indústria eletrônica. Zucoloto (2004) afirma que até meados da década de 1970 o setor eletrônico ou o complexo eletrônico praticamente não existia no Brasil. Foi apenas a partir de 1979 com a criação da Secretaria Especial de Informática que foi formada uma estratégia de reserva de mercado às empresas nacionais, isolando-as inteiramente da competição internacional⁵⁴.

⁵⁴ De acordo com Zucoloto (2004), o complexo eletrônico foi beneficiado pela Lei de Informática (Lei nº 7232, de 1984). Entre os seus objetivos estavam o estabelecimento de uma reserva de mercado para as empresas de capital nacional e a concessão de incentivos tributários, fiscais e creditícios às empresas nacionais. Para que as empresas de capital nacional tivessem acesso a esses benefícios era requerido a contrapartida de um gradual processo de nacionalização nos processos produtivos. Essa lei deveria expirar em 1992, porém, já em 1991 outro pacote de incentivos foi concedido aos bens e serviços de informática, dado o rápido crescimento das importações verificado a partir de 1988, quando o governo brasileiro decide diminuir as tarifas de importação. Para maiores detalhes sobre o surgimento e evolução do complexo eletrônico ver Nassif (2002).

Tabela 5 - Tipologia dos setores da economia brasileira, 1980

| Setores-chaves (I): IPD, ISD >1 | Setores impulsores (II): ISD<1, IPD>1 | Setores independentes (III): ISD<1 , IPD<1 | Setores estratégicos (IV): ISD>1, IPD<1 |
|---|---|--|---|
| <p>Indústrias básicas de ferro e aço (19) Indústrias de metais não-ferrosos e produtos metálicos estruturais (20) Fabricação de produtos químicos básicos (12) Fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas (14) Têxteis (6) Alimentos e bebidas (4) Celulose e produtos de papel (10) Peças e acessórios para veículos automotores (25)</p> | <p>Construção (28) Outros equipamentos e materiais de transporte (26) Máquinas e aparelhos elétricos, incluindo eletrodomésticos (22) Máquinas e equipamentos não elétricos (21) Artigos do vestuário e acessórios (7) Cimento (18) Artefatos de couro e calçados (8) Produtos de madeira - exclusive móveis (9) Serviços de alojamento e alimentação (31) Caminhões e ônibus (24) Fumo e seus produtos (5)</p> | <p>Produtos farmacêuticos (15) Outras indústrias manufatureiras (27) Jornais, revistas, discos (11) Outros produtos minerais não metálicos, incluindo vidro (17) Saúde mercantil (38) Serviços de informação (33) Serviços imobiliários e aluguel (35) Intermediação financeira e seguros (34) Educação mercantil (37) Equipamentos e acessórios eletrônicos (23) Extração de petróleo e gás natural (3) Outros da indústria química (16) Outros da indústria extrativa (13)</p> | <p>Outros serviços (39) Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Caça e Pesca (1) Comércio (30) Transporte, armazenagem e correios (32) Eletricidade, gas e água (29) Serviços prestados às empresas (36) Extração de minerais e refino de petróleo (2)</p> |
| <p>Número de setores: 8 Percentual do total: 21%</p> | <p>Número de setores: 11 Percentual do total: 28%</p> | <p>Número de setores: 13 Percentual do total: 33%</p> | <p>Número de setores: 7 Percentual do total: 18%</p> |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE.

Por fim, no quadrante IV temos 7 setores (17.9% do total) considerados estratégicos. Estes setores possuem uma baixa demanda por insumos intermediários, mas abastecem de forma significativa os demais setores com seus insumos. A denominação de estratégicos aponta para o fato de que são setores que podem constituir possíveis gargalos produtivos, diante de choques de demanda (Schuschny, 2005). É interessante notar, tal como assinalado por Baer, Fonseca e Guilhoto (1987), que o setor agropecuário apareça como um dos setores estratégicos, contradizendo as percepções iniciais de Hirschman (1961).

A análise comparada dos IPD e ISD para Brasil e México (Gráfico 17 e Tabela 6) revela alguns padrões interessantes. O primeiro deles diz respeito ao fato de que, para o quadrante I, há o mesmo número de setores (8), sendo seis deles os mesmos: indústrias básicas do ferro e do aço; peças e acessórios para veículos automotores; celulose e produtos de papel; fabricação de produtos químicos básicos e fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas. Novamente, estes são os setores que compõem os complexos metal-mecânico e químico, excetuando-se o setor de celulose e produtos de papel (Brasil).

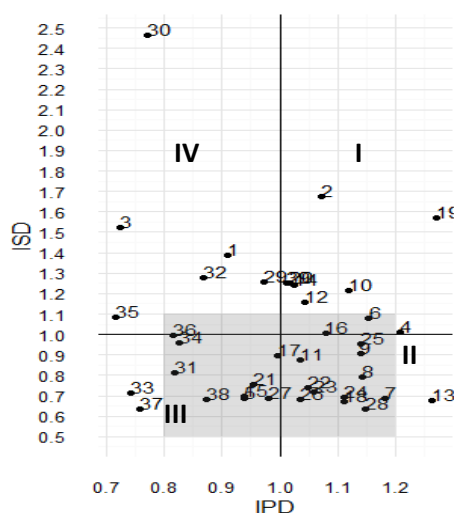
Esses resultados apontam no sentido de que as estratégias de ISI conformaram um mesmo *cluster* de setores-chave, com graus similares de abertura ao comércio exterior, mas diferentes níveis tecnológicos, quando medidos pelo grau de similaridade. Uma vez que a matriz de coeficientes técnicos é uma boa *proxy* para medir a intensidade tecnológica dos setores (Leontief, 1985), ambos os países parecem ter utilizados diferentes combinações de tecnologias para os seus setores-chave, dados os resultados do índice de similaridade descritos anteriormente. Ou seja, se uma das fontes de industrialização é a transformação na pauta de bens exportados e importados (Syrquin e Chenery, 1986), é também verdade que o nível tecnológico incorporado nessas cestas de bens e a forma de combiná-los depende de fatores específicos da política econômica e das empresas atuantes nos setores.

No caso dos setores impulsores (quadrante II), o México possui 16 (41%) setores e o Brasil 11 setores (28%). Esses resultados revelam que a economia mexicana tem uma maior concentração relativa em setores que participam dos últimos estágios da produção, uma vez que esses setores são grandes consumidores de bens intermediários e ofertam parte considerável de sua produção à demanda final. Há cinco setores impulsores que aparecem em ambas as economias: cimento; produtos de madeira; outros equipamentos e materiais de transporte; construção e máquinas e aparelhos

elétricos, incluindo eletrodomésticos. É interessante notar que os setores têxteis e alimentos e bebidas são, do ponto de vista do Brasil, setores-chave, enquanto que, para o México, são setores impulsores. A justificativa para essa “inversão” pode estar relacionada não apenas à maior ênfase dada a esses setores no Brasil, mas também ao perfil da distribuição de renda do país. De acordo com Baer, Fonseca e Guilhoto (1987), esses setores tinham pouca importância no começo da ISI (nas décadas de 1950 e 1960), adquirindo, a partir da década de 1970, dadas as mudanças verificadas na composição da renda e da demanda, grande importância nas interrelações setoriais.

A análise dos setores independentes mostra como o Brasil possui uma maior concentração relativa nesse estrato, 33%, contra 21% do México (quadrante III). Dos 8 setores que aparecem para o México, 6 também aparecem para o Brasil, sendo eles: intermediação financeira e seguros; outros produtos de minerais não metálicos, incluindo vidro; serviços de informação; saúde mercantil e educação mercantil. Os setores são considerados como independentes porque possuem poucas ligações para trás e para frente e dedicam parte expressiva de sua produção à demanda final. Levando em consideração as diferenças nos tamanhos da população, seria normal que o Brasil apresentasse um maior número de setores independentes necessário a satisfazer a demanda final. Em outras palavras, em uma economia de grandes dimensões e com um grande contingente populacional, é de se esperar que o peso da demanda final na produção total de vários setores seja relevante.

Gráfico 17 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão – México, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

Tabela 6 - Tipologia dos setores da economia mexicana, 1980

| Setores-chaves (I): IPD, ISD >1 | Setores impulsores (II): ISD<1, IPD>1 | Setores independentes (III): ISD<1 , IPD<1 | Setores estratégicos (IV): ISD>1, IPD<1 |
|--|---|--|--|
| Indústrias básicas do ferro e do aço (19) Celulose e produtos de papel (10) Peças e acessórios para veículos automotores (25) Outros da indústria química (16) Indústrias de metais não-ferrosos e produtos metálicos estruturais (20) Fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas (14) Fabricação de produtos químicos básicos (12) Extração de minerais e refino de petróleo (2) | Outros da indústria extrativa (13) Caminhões e ônibus (24) Alimentos e bebidas (4) Construção (28) Artigos do vestuário e acessórios (7) Equipamentos e acessórios eletrônicos (23) Artefatos de couro e calçados (8) Têxteis (6) Máquinas e equipamentos não elétricos (21) Máquinas e aparatos elétricos, incluindo eletrodomésticos (22) Produtos de madeira - exclusive móveis (9) Jornais, revistas, discos (11) Outros equipamentos e materiais de transporte (26) Produtos farmacêuticos (15) Cimento (18) | Serviços prestados às empresas (36) Intermediação financeira e seguros (34) Outros produtos de minerais não metálicos, incluindo vidro (17) Serviços de alojamento e alimentação (31) Serviços de informação (33) Saúde mercantil (38) Fumo e seus produtos (5) Educação mercantil (37) | Comércio (30) Extração de petróleo e gás natural (3) Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Caça e Pesca (1) Transporte, armazenagem e correios (32) Eletricidade, gás e água (29) Outros serviços (39) Serviços imobiliários e aluguel (35) |
| Número de setores: 8 Percentual do total: 21% | Número de setores: 16 Percentual do total: 40% | Número de setores: 8 Percentual do total: 21% | Número de setores: 7 Percentual do total: 18% |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

A análise dos setores estratégicos (quadrante IV) mostra o mesmo número de setores, 7 (18%), sendo 5 desses setores iguais em ambos os países, quais sejam: outros serviços, agropecuária, comércio, transporte, armazenagem e correios, eletricidade, gás e água e comércio. No caso do México, além desses cinco setores, aparecem extração de petróleo e gás e serviços imobiliários e de aluguel. O aparecimento do setor petrolífero era esperado, tendo em vista sua importância vital para a geração de receitas e a estabilização do balanço de pagamentos da economia mexicana, reforçando os resultados encontrados por Ros (1987) e Aroche (1993). Esses setores estão localizados nos primeiros estágios de produção, como ofertantes de insumos aos demais setores, e, dessa forma, constituem-se em “*cuellos de botellas*” (estrangulamentos) para as economias.

Visto de uma maneira geral, 21 setores, ou aproximadamente 55%, encontram-se nos mesmos quadrantes. Isso reforça a percepção, levantada pelo índice de similaridade, de que ambos os países apresentaram estruturas produtivas e estratégias de industrialização similares. Ademais, seguindo os resultados encontrados por Baer, Fonseca e Guilhoto (1987), os setores-chave também são os setores mais abertos do ponto de vista das exportações e da penetração das importações nos dois países. À essa maior abertura comercial dos setores-chave corresponde um menor índice de similaridade setorial. Este fato pode estar relacionado aos distintos usos de insumos intermediários que os setores-chave de ambos os países utilizam nos processos produtivos.

No intuito de aprofundar o entendimento das diferenças e semelhanças estruturais entre Brasil e México, analisa-se a seguir o grau de complexidade dessas economias através do estudo dos determinantes e sub-determinantes das matrizes $(I - A)$. A partir desse estudo é possível calcular uma série de indicadores estruturais, desenvolvidos originalmente por Lantner (1972b, 1974), como o índice de circularidade, a taxa de interdependência, taxa de dependência e taxa de autarquia das estruturas de trocas, apresentados na seção 2.2. Além desses índices estruturais que dizem respeito ao conjunto da economia, é possível calcular os sub-determinantes das matrizes, a partir do método de extração hipotética apresentado na seção 2.2, para ranquear os setores de acordo com suas importâncias relativas nos encadeamentos inter-setoriais.

A tabela 7 mostra dois desses indicadores estruturais, o determinante e o índice de circularidade, ambos calculados a partir da matriz $(I - A)$ doméstica de fluxos totais,

incluindo as importações. Vale lembrar, que o determinante de uma estrutura de trocas é uma função da composição ou do arranjo interno dessa estrutura, isto é, da posição e da intensidade das ligações entre os setores. Partindo do princípio que um alto valor absoluto para o determinante reflete uma baixa densidade nas relações internas entre os setores (Lantner e Carluer, 2004), podemos notar que o valor do determinante global é maior no caso da economia mexicana, quando comparado ao da economia brasileira. Analisemos em primeiro lugar os determinantes a partir da matriz de fluxos totais⁵⁵.

Tabela 7 - Determinante e índice de circularidade global – Brasil e México, 1980

| Indicadores | Brasil | | México | |
|---------------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|
| | Doméstica | Total | Doméstica | Total |
| Determinante | 0.0039 | 0.0014 | 0.0773 | 0.0242 |
| Índice de circularidade global | 25.56 | 69.21 | 11.94 | 40.33 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE e do INEGI.

A complexidade de uma rede de trocas aparece como uma função do arranjo e das intensidades das ligações entre os setores que compõem esta estrutura. O determinante é o resultado da forma como os setores se articulam e da intensidade dessas ligações, de modo que, conforme apontado originalmente por Wong (1954), quanto menor o valor do determinante, maior a complexidade das interrelações setoriais. Como podemos observar na tabela 7, os valores dos determinantes para as matrizes de coeficientes técnicos doméstico e total são menores no caso do Brasil do que o verificado no caso do México⁵⁶. O resultado mostra que, antes de iniciado o processo de abertura comercial a partir de meados da década de 1980, a economia brasileira era relativamente mais complexa comparativamente à economia mexicana.

⁵⁵ Esses resultados estão de acordo com os estudos realizados originalmente por Defourny (1982), Aroche (1993) e Lantner e Lebert (2013). Para estes autores, países com níveis relativamente avançados de industrialização apresentariam níveis relativamente similares de articulação inter-setorial e, portanto, maiores níveis de complexidade produtiva. Nesse sentido, países como Estados Unidos, Alemanha ou Japão apresentariam maiores índices de circularidade relativamente ao caso brasileiro e mexicano. A disponibilidade das matrizes mundiais, consistentes metodologicamente entre si, para longos períodos de tempo, como, por exemplo, as matrizes da WIOD ou da OCDE, permite superar uma importante limitação dos estudos anteriormente citados, a comparação temporal para um grande número de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

⁵⁶ O determinante da matriz de coeficientes técnicos totais é sempre maior do que o determinante da matriz de coeficientes técnicos domésticos, uma vez que levamos em consideração também as importações na matriz de coeficientes técnicos totais. O resultado é o aumento na intensidade das interrelações setoriais e uma maior complexidade dessa rede.

A maior complexidade relativa da economia brasileira em relação à mexicana também pode ser vista a partir dos valores dos respectivos índices globais de circularidade (IGC). No caso do Brasil, o IGC para a matriz doméstica é de 25.5 e para a matriz total é de 69.2, enquanto no México os valores são de 11.9 para a matriz doméstica e de 40.3 para a matriz total. O índice de circularidade é dado pela expressão $IGC = \frac{1-\Delta}{\Delta}$, sendo uma função crescente dos produtos das intensidades dos arcos que compõem os circuitos da estrutura (Defourny, 1982). Uma vez que cada arco mede o valor dos coeficientes técnicos/distribuição, quanto mais complexa essa estrutura, maior o peso das interdependências ou dos circuitos nessa estrutura. *IC* representa a propensão da estrutura a retornar a qualquer setor *i*, seguindo uma trajetória hamiltoniana. Quando uma economia torna-se mais complexa, no sentido de que cada setor necessita de forma crescente de outros setores como ofertantes de insumos, a demanda intermediária aumenta como proporção do produto total e também aumenta a probabilidade de que as trajetórias colapsem em circuitos (Aroche, 1993).

O determinante de uma matriz de ordem *n* expressa todos os possíveis circuitos existentes em um grafo, incluindo os *loops*, uma vez que cada circuito e cada *loop* está expresso em cada termo do determinante. O teorema dos circuitos e dos laços (Lantner, 1974) mostra que, para o caso das matrizes de coeficientes técnicos ($I - A$), o determinante depende do número de *loops* e de circuitos na estrutura. Ou seja, o determinante depende do nível de articulação intersetorial que apresenta esta estrutura. À medida em que um país se industrializa e a divisão do trabalho torna-se mais complexa, os circuitos de demanda intermediária crescem nessa economia, de modo que é esperado que o determinante desse país diminua *pari-passu* ao processo de industrialização.

A ISI pode ser entendida como um processo de transformação estrutural e também como um processo de adensamento da estrutura produtiva. Isso transparece nas matrizes de insumo-produto como uma multiplicação no número de circuitos não hamiltonianos, isto é, de caminhos que passam pelo mesmo setor mais de uma vez. Nesse sentido, a montagem do “quebra-cabeças” (Hirschman, 1961) de uma estrutura de trocas envolve a passagem de uma economia caracterizada por uma estrutura essencialmente autárquica para uma estrutura cada vez mais interdependente. Ademais, nesse processo de aumento da complexidade da estrutura, a escolha deliberada de certos

setores considerados como mais importantes do ponto de vista da mudança daquela estrutura implica em um maior peso dos circuitos adjacentes aos setores-chave.

Essa análise não diverge da literatura tradicional sobre mudança estrutural (Kuznets, 1974; Chenery e Syrquin, 1975), que relaciona o estágio de desenvolvimento de um país com o peso relativo dos setores no valor adicionado da economia. Ela agrega novos elementos para ir além das simples medidas de pesos relativos dos setores, uma vez que considera não apenas a importância do setor a partir das participações no valor adicionado, mas também incorpora os efeitos de influências diretas e indiretas induzidas pelos setores. Isso porque o valor do determinante de uma matriz do tipo $(I - A)$ está associado com os circuitos no grafo de influência.

Em ambos os países foi possível verificar que os determinantes e os índices de circularidade são menores tomando a matriz de fluxos domésticos *vis-à-vis* a matriz de fluxos totais. Por um lado, esse resultado advém por um efeito composição, ou seja, o cálculo do determinante é uma função da intensidade das relações entre os setores. Isto significa que a intensidade das relações tenderá a ser maior na matriz de fluxos totais do que na matriz de fluxos domésticos, diminuindo o valor do determinante e aumentando o índice de circularidade. Por outro lado, reflete o importante papel que joga o comércio exterior, e particularmente as importações, no processo de geração e expansão dos circuitos de retroalimentação no interior das estruturas. A diferença entre os indicadores a partir das duas matrizes possibilita analisar a importância das importações na geração de circuitos não-hamiltonianos no interior das estruturas produtivas.

As importações jogam um duplo papel nas economias. Dada uma estrutura de interdependências setoriais, se considerarmos que as importações são competitivas, estas podem substituir total ou parcialmente a produção nacional. No caso de uma substituição total, teríamos a perda de um setor produtivo e, conseqüentemente, de toda a rede de interrelações que o mesmo gerava. Aqui as importações funcionam como mecanismos de fechamento completo dos circuitos de retroalimentação, isto é, para que um setor i produza certo produto é necessário a importação do bem que foi substituído pelo concorrente estrangeiro. Se a perda é parcial no sentido de uma perda de densidade das relações inter-setoriais, o fechamento seria parcial, pois uma parte da demanda seria satisfeita internamente e outra pelas importações⁵⁷.

⁵⁷ Analisado apenas do ponto de vista da matriz doméstica temos a integração intra-econômica entre setores produtivos de um país, enquanto que pela matriz de fluxos totais temos também a integração entre países (ou inter-países), pertencentes ou não a um bloco econômico (Puchet, 1996). Os graus de integração

A análise a partir dos determinantes e índices de circularidade mostra a complexidade da rede de interrelações setoriais, mas não fornece indicadores globais sobre as interdependências, dependências e autarquias entre os setores. A tabela 8 mostra o cálculo dos indicadores estruturais para o Brasil e visa aprofundar um pouco mais a análise das estruturas produtivas.

Em primeiro lugar⁵⁸, notamos como os valores dos indicadores estruturais são relativamente baixos, levando em consideração o fato de que o tamanho da matriz representativa da estrutura de trocas é relativamente elevado (39 setores). Um resultado realmente notável é a alta taxa de autarquia, embora não seja possível provar que exista um baixo nível de interdependência no sistema⁵⁹ (tabela 8). Como mostrado por Lantner (1974), a anulação dos auto-consumos ou das relações intra-setoriais no cálculo dos indicadores não modifica a relação entre o indicador de triangularidade e de interdependência, isto é, a razão i/t . No caso da estrutura brasileira, ela possui um valor relativamente pequeno (22%) e nos permite concluir que, no auge da ISI, a estrutura global é fracamente triangular.

Tabela 8 - Indicadores estruturais – Brasil, 1980

| Indicadores | 1980 |
|---------------------------------|-------------|
| Determinante mínimo | 0 |
| Limite superior do determinante | 1 |
| Determinante da estrutura | 0.00144 |
| Taxa de autarquia (a) | 0.99824 |
| Taxa de interdependência (i) | 0.00031 |
| Taxa de triangularidade (t) | 0.00144 |
| Soma de a+i+t | 1 |
| Taxa de difusão direta (d) | 0.00144 |
| Razão i/t | 0.21527 |
| Razão (i/t)*d | 0.00031 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

entre os setores se referem, então, aos fluxos produtivos e comerciais de ambos os países. Esse aspecto será desenvolvido nos capítulos 3 e 4.

⁵⁸ No cálculo consideramos os valores dos coeficientes representativos dos intra-consumos dos setores produtivos.

⁵⁹ Lantner (1972b) sublinha a pertinência destes indicadores que levam em consideração em seu denominadores todas as relações exteriores da estrutura e em seu numerador todas as ligações internas, tanto em direção quanto em intensidade. Na verdade, segundo o teorema da indução do produto, Δ_{min} captura a importância dos choques advindos da demanda final, que entram na estrutura, *vis-à-vis* os recursos totais. Dessa forma, a expressão $(1 - \Delta_{min})$ aparece para “isolar” os efeitos advindos da demanda final, concentrando-se unicamente sobre as características das trocas intra-estrutura ou entre os setores.

A interdependência geral entre os setores é aproximadamente equivalente ao grau de triangularidade entre os setores, com uma baixa taxa de difusão direta (1%). Este indicador permite normalizar a análise da estrutura, removendo seu grau de dependência com relação às influências externas. Como tivemos a oportunidade de analisar no capítulo 1, as relações de triangularidade/dependência levam em consideração apenas os caminhos elementares sem efeitos de retroalimentação, enquanto que a interdependência tem por base os circuitos ou efeitos de retroalimentação. Os resultados mostram que a quase totalidade dos efeitos de retorno na estrutura são devidos unicamente às autarquias, e não envolvem os fenômenos de interdependência ligados aos circuitos de comprimento superior a 1. Esses resultados sugerem que a ISI reforçou a articulação no interior dos setores *vis-à-vis* as articulações inter-setoriais.

A superioridade dos *loops* ou dos auto-consumos na estrutura brasileira explica, então, boa parte da superioridade da circularidade nesta economia. O teorema do circuito curto afirma que os caminhos curtos entravam a difusão da influência, diminuindo o valor do determinante. No caso brasileiro, o produto das intensidades das autarquias parece explicar uma parte significativa da circularidade na economia brasileira. Essa percepção não é suficiente para afirmar que o nível de integração vertical da economia ou de interdependência é baixo, apenas indica que os efeitos intra-industriais de auto-consumo parecem dominar sobre os efeitos inter-setoriais na explicação da circularidade na estrutura em questão.

Outra forma de abordar o problema da interdependência-dependência de uma estrutura de trocas, em sentido estrito, é anular os termos da diagonal principal da matriz de coeficientes técnicos, A . Este procedimento tem por objetivo realçar como as estruturas se comportam na ausência hipotética de auto-consumo dos setores ou que estes não afetem a composição das trocas intra-industriais na estrutura. Como vemos, há uma predominância do fenômenos da dependência em relação à interdependência na estrutura produtiva brasileira em 1980 (tabela 9). Isto implica em uma relação de dominância de determinados setores sobre outros, pois o fenômeno da dependência significa precisamente uma hierarquia na ordem de importância dos setores em termos de suas demandas e ofertas de insumos intermediários.

Tabela 9 - Taxa de interdependência e dependência sem os auto-consumos setoriais – Brasil, 1980

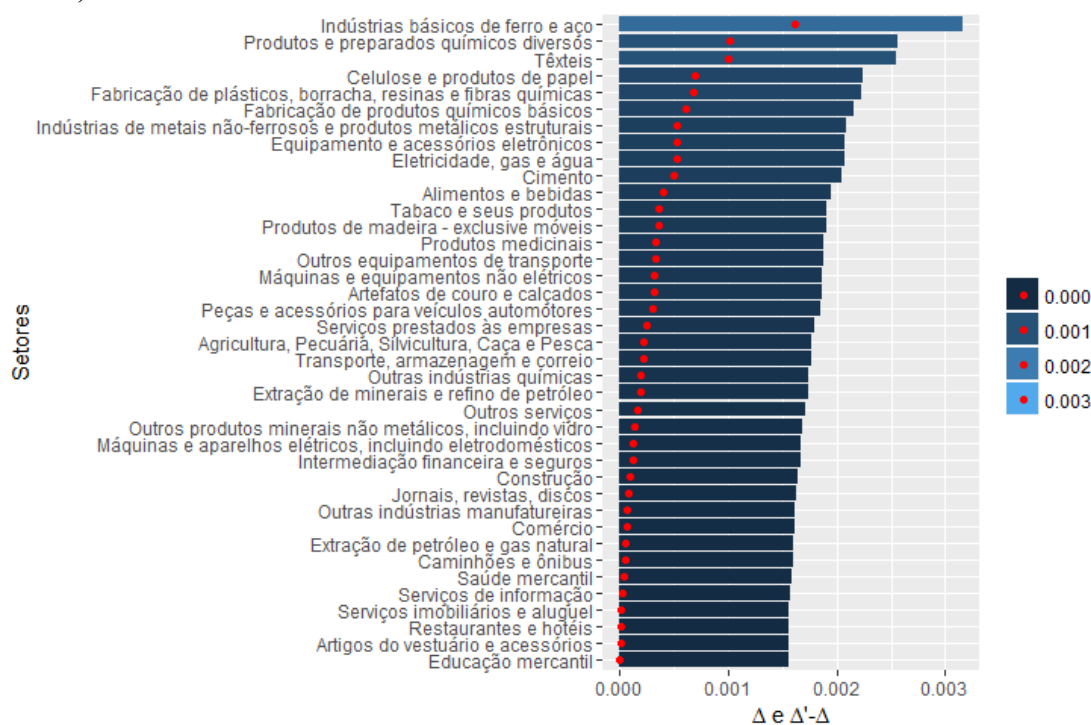
| Taxa de interdependência | Taxa de dependência |
|--------------------------|---------------------|
| $i = 13\%$ | $d = 87\%$ |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

Como dito anteriormente, a partir da teoria dos grafos de influência é possível analisar uma estrutura com base no método da decomposição (Crama, Defourny e Gazon, 1984) e/ou no método da extração (Lantner e Lebert, 2013). A utilização de um ou de outro depende dos objetivos do estudo, no presente interessa saber a hierarquia dos setores segundo os sub-determinantes, de modo que é mais adequado a utilização do método da extração de linhas e colunas da matriz $(I - A)$. A demonstração realizada anteriormente mostrou, seguindo o teorema dos laços e dos circuitos (Lantner, 1972a), que $\Delta \leq \Delta^{-i}$.

O gráfico 18 mostra os valores para os sub-determinantes setoriais, Δ^{-i} , e a diferença entre aqueles e o determinante global, Δ . O determinante global da estrutura é de 0.15, de modo que a partir deste determinante podemos analisar a importância ou peso de cada setor para a estrutura produtiva do Brasil. Entre os 10 setores mais importantes do ponto de vista dos sub-determinantes, 6 foram considerados como setores-chave para a economia brasileira (indústrias básicas do aço e do ferro, têxtil, celulose e produtos de papel, indústrias de metais não-ferrosos e produtos metálicos estruturais, fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas e fabricação de produtos químicos básicos). Esses resultados reforçam a validade do cálculo dos sub-determinantes como um indicador estrutural capaz de medir a importância relativa dos setores.

Gráfico 18 - Hierarquia setorial a partir dos subdeterminantes da matriz $(I - A)$ – Brasil, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

OBS: as barras correspondem aos sub-determinantes Δ^{-i} , enquanto os pontos representam a diferença entre $\Delta^{-i} - \Delta$.

A análise realizada a partir dos sub-determinantes permite mostrar certas propriedades de conexidade e de centralidade dos setores. Dito de forma genérica, quanto maior a diferença entre Δ e Δ^{-i} , maior a importância de um setor i para a difusão da influência, isto é, para a propagação de choques exógenos para outros setores da economia. A ideia central é a de que importa observar não apenas o peso desse setor i , mas também os efeitos induzidos provocados por esse setor. Os arcos, os *loops*, as trajetórias e os circuitos e todos os efeitos micro-estruturais são ponderados, algo que está ausente nas abordagens convencionais da teoria dos grafos⁶⁰.

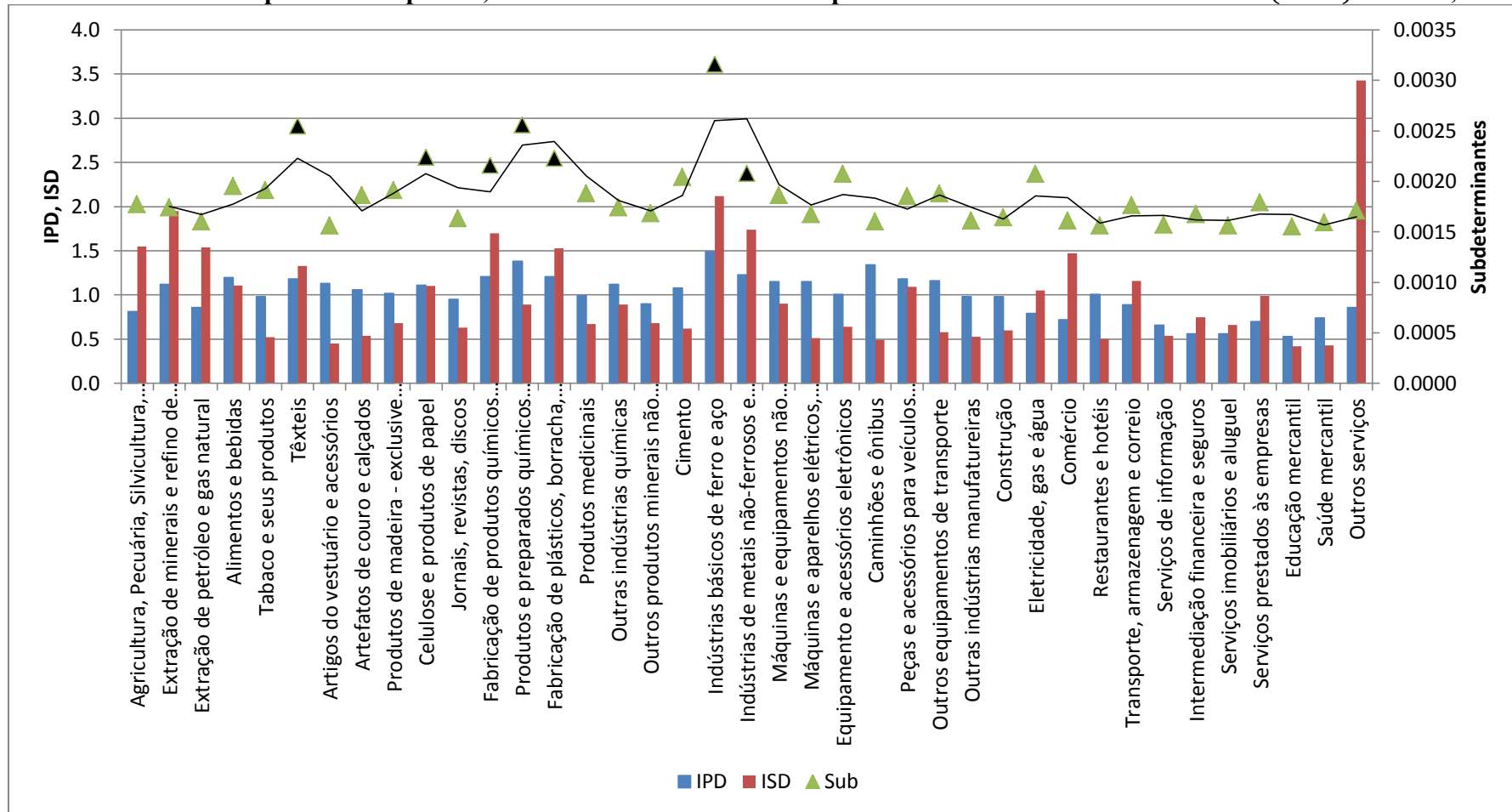
O gráfico 19 mostra os valores para o IPD e ISD e os subdeterminantes para a economia brasileira. Em destaque estão os seis setores-chave da economia brasileira e seus respectivos sub-determinantes. Essa associação entre os índices de encadeamentos e os sub-determinantes aponta para a possibilidade de uma leitura conjunta dos

⁶⁰ Então podemos dizer que temos a possibilidade de construir indicadores macro-estruturais (taxa de interdependência, taxa de autarquia e taxa de triangularidade, grau de centralidade do setor, entre outros), assim como indicadores micro-estruturais através do estudo dos laços, arcos e circuitos. Estes são micro-estruturais no sentido de que é possível analisar, por exemplo, o que ocorre nas relações intrasetoriais do setor i , requerendo informações no nível da firma. Assim, seria possível construir uma ponte entre ambos níveis dos indicadores para melhor fundamentar a análise meso-econômica que estamos realizando.

indicadores. Segundo Schuschny (2005), os setores-chave são assim considerados porque são setores de passagem obrigatória dos fluxos inter-setoriais. Em outras palavras, são setores que possuem uma importante centralidade na intermediação daqueles fluxos. A retirada de qualquer um desses setores ocasionaria a perda de complexidade da rede, uma vez que vários setores que deveriam demandar aos setores domésticos devem demandar de produtos externos via importações. Portanto, a leitura conjunta permite mostrar os efeitos de dispersão e da importância de um setor nos fluxos inter-setoriais ou nas subestruturas.

É interessante notar que os setores Outros serviços, Agricultura, Extração de petróleo e gás e extração de minerais e refino de petróleo, que apresentam altos valores para o ISD, considerados como um setores estratégicos, têm sua importância relativizada quando analisados a partir da extração hipotética. Os setores classificados como estratégicos possuem baixa demanda de bens intermediários, mas abastecem de forma importante os demais setores. Contudo, do ponto de vista de suas contribuições para a interdependência da estrutura, já não possuem a mesma importância. Esse é um dos pontos fortes da construção de um indicador que quantifique a capacidade de um gerar interdependências ou circuitos de retroalimentação no sistema. A análise também permite mostrar como, seguindo a classificação dos grandes setores, os bens intermediários aparecem no topo da hierarquia, seguido pelos setores de bens de capital, bens de consumo e serviços.

Gráfico 19 - Índice de poder de dispersão, índice de sensibilidade da dispersão e subdeterminantes da matriz $(I - A)$ – Brasil, 1980



Fonte: elaboração própria a partir dos dados do SCN/IBGE.

OBS: IPD = índice de poder de dispersão; ISD = índice de sensibilidade da dispersão; Sub = subdeterminantes

A tabela 10 compara, a partir do índice de correlação de Spearman⁶¹, a associação entre os índices de encadeamentos e os sub-determinantes. Como esperado, a correlação entre o IPD e o ISD é baixa, pois há um número reduzido de setores-chave na economia. Ainda que a correlação não seja alta entre os IPD/ISD e os sub-determinantes, os resultados mostram uma boa associação entre os indicadores. A maior associação com o IPD parece sugerir que os setores com os maiores sub-determinantes são aqueles com uma forte demanda de bens intermediários, ofertando parte significativa de sua produção para a demanda final. De modo geral, a associação entre os sub-determinantes e os índices de encadeamentos permite mostrar que a análise por extração hipotética joga luz sobre a importância de determinados setores para a interdependência do sistema.

Tabela 10 - Índice de correlação de Spearman – Brasil, 1980

| | IPD | ISD | Sub |
|------------|------------|------------|------------|
| IPD | 1 | | |
| ISD | 0.21 | 1 | |
| Sub | 0.59 | 0.52 | 1 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SCN/IBGE.

Os dados abaixo mostram como também no caso do México há uma predominância acentuada das relações intra-industriais na estrutura. Essas relações são capturadas pela taxa de autarquia, $(1 - \Delta_{maj}) / (1 - \Delta_{min})$, que tem a propriedade de retirar as influências dos auto-consumos dos setores ou das relações intrassetoriais, capturadas pelo termo $1 - \Delta_{maj}$. Isso significa que no cômputo do índice de circularidade os circuitos de tamanho igual a um, os laços, têm uma participação relativamente maior no caso do Brasil relativamente ao México. Embora a diferença entre as taxas de autarquia entre os dois países seja pequena, aproximadamente 2,5%, fornece indícios de que no arranjo da estrutura a importância das relações inter e intrassetoriais varia entre os dois países (tabela 11).

Outro ponto que merece atenção é a diferença observada no valor da taxa de triangularidade. Novamente, como no caso do Brasil, a taxa de triangularidade é

⁶¹ O coeficiente de correlação de Spearman é um índice de correlação ordinal ou por pares de variáveis, levando em consideração a disposição dos dados em ordem de tamanho, peso ou algum outro critério. Todos os coeficientes de correlação são calculados neste estudo são significativos ao nível de 5%.

pequena, pouco mais de 2%, mas superior à brasileira. Uma estrutura triangular é caracterizada pela direção unívoca que toma os fluxos de bens e serviços entre os polos. Desse modo, não há presença de qualquer circuito neste estrutura. Essa maior taxa de triangularidade na estrutura produtiva mexicana indica que nesta as relações de dependência são mais importantes que as relações de interdependência. A ideia intuitiva de uma estrutura triangular é que uma perturbação em um polo i será transmitida aos polos de ordem superior, sem jamais afetar os polos de ordem inferior. Então é possível construir relações hierárquicas entre os setores que estão à montante e à jusante.

Tabela 11 - Indicadores estruturais – México, 1980

| Indicadores | 1980 |
|---------------------------------|-------------|
| Determinante mínimo | 0 |
| Limite superior do determinante | 1 |
| Determinante da estrutura | 0.02419 |
| Taxa de autarquia (a) | 0.97332 |
| Taxa de interdependência (i) | 0.00248 |
| Taxa de triangularidade (t) | 0.02420 |
| Soma de a+i+t | 1 |
| Taxa de difusão direta (d) | 0.02419 |
| Razão i/t | 0.10264 |
| Razão (i/t)*d | 0.00248 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

A tabela 12 confirma dois resultados previamente expostos. O primeiro é que a estrutura produtiva brasileira, relativamente à mexicana, é mais complexa. A caracterização como “mais complexa” está baseada não apenas no índice de circularidade estrutural, mas também pela maior taxa de interdependência, quando retiramos os efeitos dos auto-consumos intrassetoriais. O segundo advém da maior taxa de triangularidade ou dependência da estrutura mexicana, o que leva a conclusão de que nesta estrutura os efeitos de retorno ou retroalimentação são relativamente menos importantes.

As relações interindustriais criam não somente capacidade de propagação dos impulsos ao crescimento, mas também determinam a capacidade para se adaptar aos choques externos advindos do lado da oferta ou do lado da demanda. Carter (1970) identifica a evolução das estruturas produtivas com a constituição de estruturas produtivas complexas, nas quais a divisão do trabalho é crescente. Desse modo, a fabricação de bens e serviços envolve uma maior número de transações de insumos

intermediários como proporção do produto total e conexões indiretas entre os setores. Do ponto de vista dos macro-indicadores estruturais e levando em consideração a afirmação de Carter (1970), o Brasil possui uma maior complexidade estrutural vis-à-vis o México, resultado este que corrobora as conclusões de Aroche (1993).

Tabela 12 - Taxa de interdependência e dependência sem os auto-consumos – México, 1980

| Taxa de interdependência | Taxa de dependência |
|--------------------------|---------------------|
| $i = 7\%$ | $d = 93\%$ |

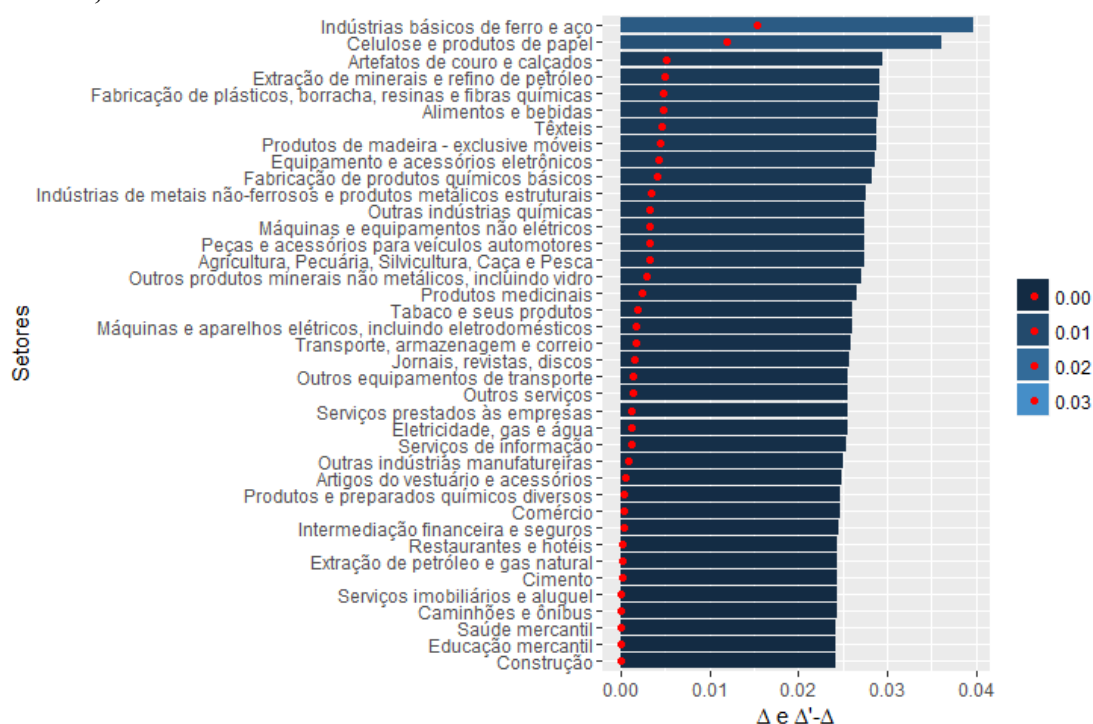
Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

Como no caso do Brasil, há uma importante correspondência entre a hierarquia explicitada pelos subdeterminantes e os índices de encadeamentos. Mais importante ainda é que dos 8 setores-chave, 4 também estão entre os setores com maiores valores para os subdeterminantes. São eles: indústria do aço e do ferro (0.04), celulose e produtos de papel (0.04), extração de minerais e refino de petróleo (0.03) e fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas (0.03). A chamada indústria automotriz, que reúne os setores de peças e acessórios para veículos automotores e caminhões e ônibus, não figuram como importantes do ponto de vista da perda de relações inter-setoriais (gráfico 20).

Segundo Ramírez e González-Aréchiga (1993), a partir do processo de ajuste macroeconômico adotado com a eclosão da crise da dívida externa, em 1982, a indústria automotriz passaria a jogar um importante papel no equilíbrio das contas externas do México. Na verdade, os autores afirmam que a reestruturação industrial vivenciada pelo país estaria centrada exatamente no dinamismo desta indústria. No decorrer da década de 1980 os governos de Miguel de la Madrid (1982-1988) e posteriormente Salinas de Gortari (1988-1994) adotam estratégias de promoção das exportações e *upgrading* das *maquilas*, entre as quais está localizada parte da indústria automotriz⁶².

⁶² Ainda segundo Ramírez e González-Aréchiga (1993), a adoção de regimens temporários de exportação (como o PITEX e o PROFIEX) e principalmente os decretos sobre a *Industria Maquiladora de Exportación* e a indústria automotriz, ambos expedidos em 1983 e modificados em 1989, foram peças fundamentais no posterior *boom* exportador dessa indústria.

Gráfico 20 - Hierarquia setorial a partir dos subdeterminantes da matriz (I-A) – México, 1980

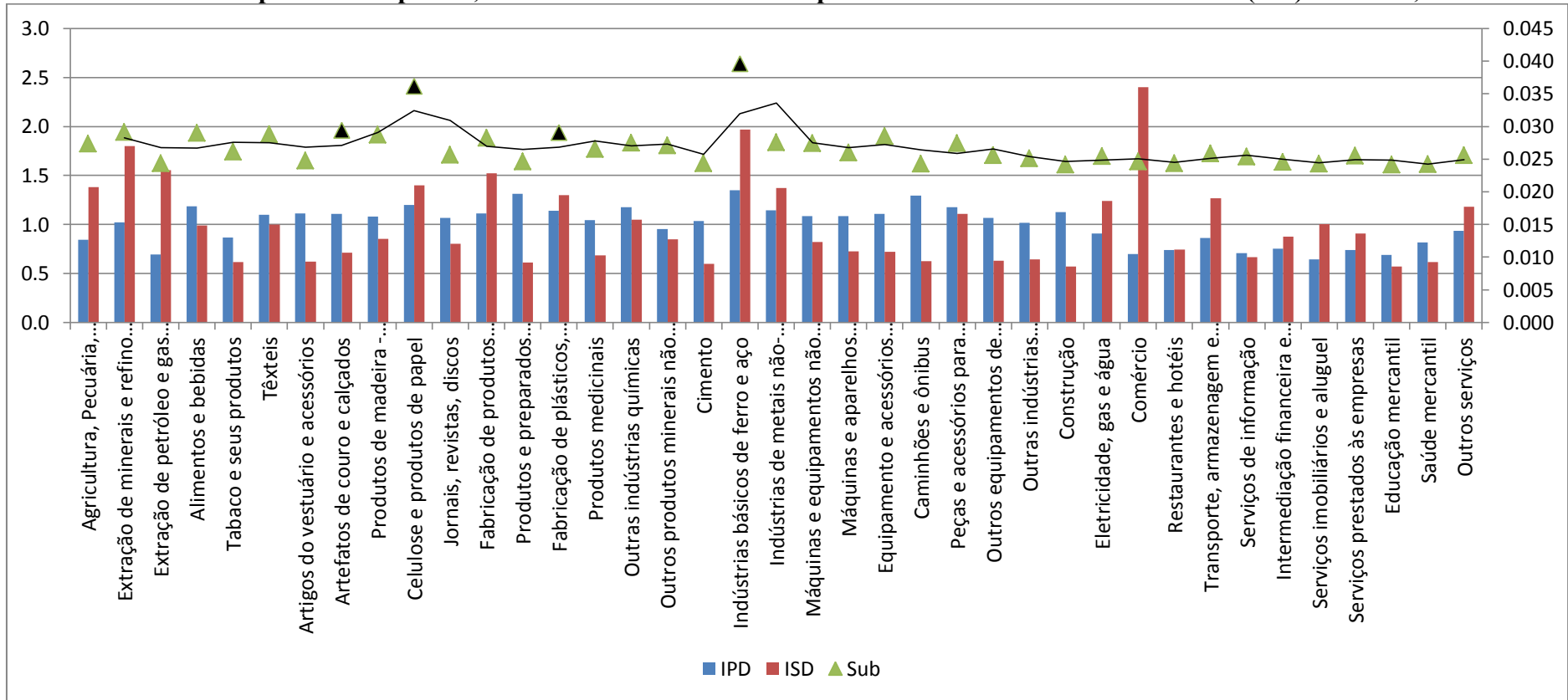


Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

OBS: as barras correspondem aos sub-determinantes Δ^{-i} , enquanto os pontos representam a diferença entre $\Delta^{-i} - \Delta$.

Para o caso do México, a análise conjunta dos índices de encadeamentos e dos sub-determinantes reafirma a importância dos setores-chaves na geração de circuitos de demanda intermediária na economia. Como no caso do Brasil, a indústria básica de ferro e aço (ou indústria siderúrgica) desponta como o setor mais importante para a economia mexicana, quando tomamos simultaneamente os três indicadores (gráfico 21). Em que pese a importância dessa indústria para a economia mexicana, até 1983 esta indústria era importadora líquida (Marín, 1986). Uma boa parte de seus produtos constituem bens de investimento ou matérias-primas para outras atividades e são, de certa forma, um indicador do grau de industrialização de uma economia.

Gráfico 21 - Índice de poder de dispersão, índice de sensibilidade da dispersão e subdeterminantes da matriz (I-A) – México, 1980



Fonte: elaboração própria a partir de dados do INEGI.

Ainda dentro do conjunto de setores mais importantes, podemos apontar artefatos de couros e calçados, celulose e produtos de papel, fabricação de produtos plásticos, alimentos e bebidas e têxteis. Outros dois setores que podem ser considerados importantes do ponto de vista dos encadeamentos, sob a ótica dos sub-determinantes, são equipamentos e acessórios eletrônicos e peças e acessórios para veículos. De modo geral, os setores classificados como independentes aparecem com valores em torno da média. O setor de comércio, por exemplo, aparece como estratégico do ponto de vista de seu abastecimento aos demais setores, mas não do ponto de vista de seu peso para a densidade das relações interindustriais ou da complexidade da rede de fluxos de bens e serviços.

Do ponto de vista comparativo, temos que os valores para os sub-determinantes setoriais da estrutura mexicana são persistentemente maiores do que os encontrados para a economia brasileira. A explicação para esse fato está na maior complexidade da estrutura produtiva brasileira relativamente à mexicana, medida pelo índice de circularidade ou pela taxa de interdependência (excluindo os auto-consumos dos setores). Levando em consideração que no cálculo do determinante toda circularidade parcial (ou circuitos não hamiltonianos) e autarquia/auto-consumo dos setores diminuem o valor do determinante, isso significa que não apenas a estrutura, mas também as subestruturas da economia brasileira são mais complexas do que as da economia mexicana. Então o grau e a intensidade das interações entre os setores da estrutura brasileira são maiores do que na estrutura mexicana.

Vale lembrar, que para a economia mexicana (e a brasileira), a década de 1970 foi um período de forte instabilidade macroeconômica. Nesse mesmo período, o comércio exterior do país adquire mais relevância, devido aos problemas de restrição na balança de pagamentos. Como resultado, uma maior proporção da demanda intermediária começa a ser satisfeita através de importações. Estas têm o papel de fechar os circuitos de demanda intermediária na ausência ou insuficiência da oferta interna.

Aroche (1993) aponta esse maior peso do comércio exterior, principalmente as importações, na economia mexicana como um dos fatores da menor complexidade da estrutura produtiva dessa economia em comparação com Brasil e Coreia do Sul. O próximo capítulo tem o objetivo de analisar exatamente a evolução do comércio exterior de Brasil e México, a partir de indicadores estruturais baseados nos determinantes e sub-determinantes de matrizes de comércio.

2.4 Conclusões

Esse capítulo teve por objetivo comparar as estruturas econômicas do Brasil e do México durante a década de 1980, período em que ocorre uma profunda mudança nas estratégias de desenvolvimento dos dois países. As estruturas aqui representadas – com base nas matrizes de insumo-produto de 1980 - retratam economias que promoveram sua industrialização por meio da estratégia de substituição de importações e o interesse da presente comparação reside em mostrar em que medida as duas economias eram similares em termos estruturais e o quanto a adoção das diferentes estratégias adotadas a partir de fins da década de 1980 foram responsáveis pela divergência/convergência das duas economias.

A análise presente nesse capítulo leva-nos a dois *grupos* de conclusões – um primeiro relacionado a aplicação da metodológica ao presente problema e um segundo relacionado às similaridades e divergências econômicas entre as duas economias.

Considerando a metodologia, é interessante notar a baixa variabilidade no índice de similaridade, quando comparamos as matrizes de coeficientes domésticos com as matrizes de fluxos interindustriais totais. A hierarquia nas similaridades setor-a-setor não é afetada pela incorporação da matriz de importações, sugerindo que um alto grau de similaridade, do ponto de vista dos coeficientes técnicos, entre as tecnologias empregadas pelos dois países. Contudo, como foi mostrado, essa similaridade setorial diminui à medida em que avançamos na direção de setores mais complexos do ponto de vista dos requerimentos técnicos.

Outro ponto metodológico que merece destaque é a correlação verificada entre os indicadores clássicos de encadeamentos e a hierarquia proposta pelos sub-determinantes. A despeito do fato de que o método de extração hipotética parece ter maior fundamento do ponto de vista da interpretação econômica, uma vez que ele mostra e mede o papel do setor extraído, o debate sobre este método ainda não está encerrado. Neste trabalho, utilizamos uma versão alternativa desse método, através do cálculo dos sub-determinantes, mas mantendo seu espírito, isto é, medindo a importância dos setores extraídos. A abordagem da extração permite quantificar e hierarquizar os pesos dos setores a partir dos cálculos dos sub-determinantes das matrizes reduzidas. Assim, cada subestrutura pode ser analisada isoladamente ou em conjunto com as demais, de modo a verificar suas respectivas densidades. Ademais, é

possível analisar, no nível micro, trajetórias individuais para aferir a importâncias destas na rede de interrelações.

Com relação aos resultados comparativos entre o Brasil e o México, pudemos observar mostrar o seguinte:

- a. O grau de similaridade entre as economias é elevado tanto do ponto de vista global quanto do ponto de vista setorial, sendo mais similares os setores de serviços, comércio e agricultura em relação aos setores de bens de capital ou bens intermediários. Isto porque à medida em que avançamos no grau de complexidade dos setores a proporção de exportação com relação ao produto e o grau de penetração de importações aumentam. Assim, o elevado nível de similaridade total é um resultado esperado, uma vez que os dois países estavam em estágios similares de desenvolvimento.
- b. Com relação ao comércio exterior de ambos os países, os resultados também estão em conformidade com a literatura. A percepção de que o processo de industrialização por substituição de importações, *per se*, não seria suficiente para obter altas taxas de crescimento e aliviar as restrições de balanço de pagamentos, levaram ambos os países, ao longo da década de 1970, a adotarem novas posturas frente ao comércio exterior. Disso resultou um aumento progressivo na proporção das exportações em relação ao produto e da penetração das importações. Esse aumento progressivo esteve concentrado não só nos chamados setores-chave da economia, mas também nos impulsores e em menor medida nos estratégicos.
- c. As comparações das hierarquias setoriais verificadas em ambas as economias, através dos índices de encadeamentos, mostraram um elevado grau de sobreposição entre os dois países. Esse resultado corrobora com a análise do índice de similaridade, mostrando que Brasil e México, em 1980, possuíam hierarquias setoriais bastante similares.
- d. Do ponto de vista da complexidade ou dos indicadores estruturais de interdependência, dependência, autarquia e circularidade, a estrutura produtiva brasileira mostrou uma maior complexidade em sua rede de interdependências setoriais *vis-à-vis* a mexicana. Esse resultado fica evidente quando calculamos os determinantes e as taxas de dependência e interdependência sem os auto-consumos dos setores. A estrutura mexicana

é mais triangular ou caracterizada por relação de dominância entre os setores, enquanto a brasileira é caracterizada por maior interdependência.

- e. Por fim, a análise conjunta dos indicadores de encadeamentos e dos sub-determinantes revelou uma boa correlação entre si, tomando os países isoladamente. Ademais, foi possível mostrar que os sub-determinantes setoriais do Brasil são persistentemente maiores do que os do México. Ou seja, as subestruturas do Brasil eram mais densas do que as do México, o que significa um maior número de circuitos não-hamiltonianos e de laços na estrutura. Como resultado, vimos que o determinante global da estrutura produtiva brasileira é significativamente menor do que o mexicano.

CAPÍTULO 3 – DO PROCESSO DE ABERTURA COMERCIAL À INTEGRAÇÃO NAS REDES DE PRODUÇÃO E VALOR: DIFERENÇAS E SIMILARIDADES NAS ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO DO BRASIL E DO MÉXICO

Introdução

O objetivo deste capítulo é avaliar a evolução do grau de similaridade das estruturas produtivas do Brasil e do México ao longo do período de consolidação do processo de abertura comercial e de integração nas redes globais de produção. O período de 1995 a 2011 marca uma profunda divergência nas estratégias de desenvolvimento de ambas as economias. Nos dois países esse período consolida o processo de abertura comercial, caracterizado por uma crescente dependência de insumos intermediários importados, provocando alterações nas articulações inter-setoriais. Outra característica relevante é a divergência nos padrões de inserção comercial dos países. De um lado, o México e os países do Caribe se especializam na montagem de manufaturas para exportação ao mercado norte-americano. Por outro lado, o Brasil e os países da América do Sul conformam um padrão de especialização das exportações em commodities baseadas em recursos naturais para os países de fora da região e de manufaturas para os mercados regionais.

O aprofundamento do fenômeno da fragmentação dos processos produtivos e a emergência de CGV impõem, porém, a introdução de um novo conjunto de indicadores: valor adicionado doméstico e estrangeiro contido nas exportações, conteúdo importado das exportações, por exemplo. A introdução desses indicadores possibilita entender o papel jogado pelas CGV nas recentes reestruturações produtivas do Brasil e do México.

O capítulo está organizado em mais quatro seções, além desta introdução. Na seção 3.1, apresentamos o contexto macroeconômico no qual estavam inseridas as economias do Brasil e do México entre 1995 e 2011, enfatizando as mudanças estruturais ocorridas em ambas as economias. Na seção 3.2, mostramos os indicadores utilizados para analisar as duas economias. Já na seção 3.3, analisamos as similaridades e diferenças entre as estruturas produtivas do Brasil e do México em um contexto de fragmentação dos processos produtivos. Por fim, a seção 3.4 apresenta as conclusões.

3.1 Da abertura comercial à integração nas cadeias globais de valor: evolução das economias brasileira e mexicana

Ao longo da década de 1990, Brasil e México firmaram dois diferentes tipos de acordos comerciais: por um lado, o Brasil cria uma União Aduaneira em conjunto com Argentina, Paraguai e Uruguai, o Mercosul, e, por outro lado, o México assina o *Tratado de Libre comercio de América del Norte* (TLCAN) ao lado dos Estados Unidos e do Canadá. Embora ambos os tratados sejam diferentes do ponto de vista formal, o objetivo de ambos os países era aprofundar o processo de abertura comercial que tomou forma a partir de meados da década de 1980 no México e no fim da mesma década no Brasil. Os processos de integração regional e de abertura comercial ao longo da década de 1990 e dos anos 2000 resultaram em distintas dinâmicas nos ritmos de crescimento das duas economias⁶³.

O gráfico 22 apresenta a evolução do PIB per capita entre 1990 e 2011, medido a preços (US\$) constantes de 2010, para o Brasil e para o México e seus respectivos percentuais em relação à renda per capita dos Estados Unidos. No gráfico, destacamos dois importantes momentos que representam períodos de convergência e divergência entre a renda per capita dos dois países. O primeiro período compreende os anos de convergência entre 1994 e 2000 e o segundo período entre 2000 e 2011 mostra uma divergência.

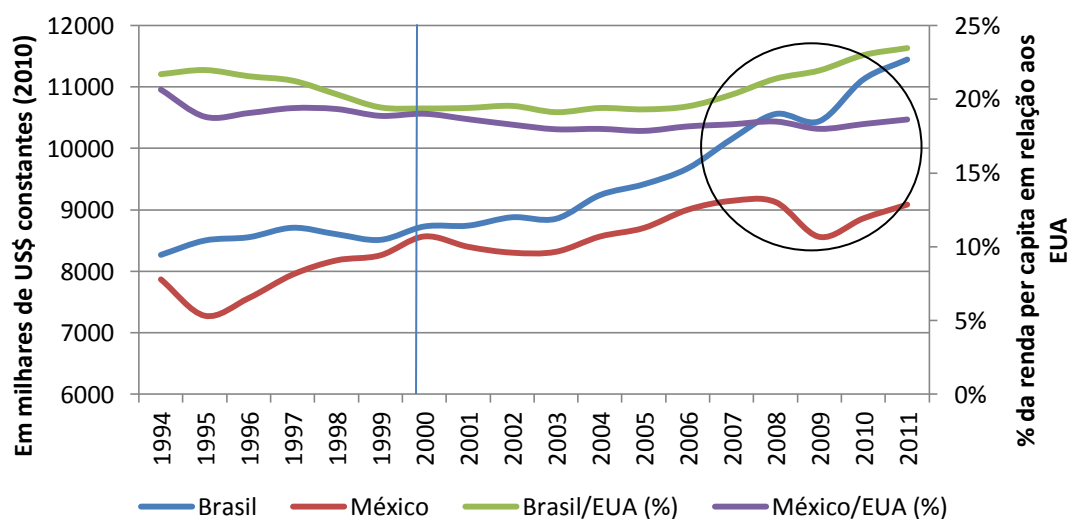
O período de convergência é caracterizado por uma maior taxa de crescimento da renda per capita mexicana em relação à brasileira. Entre 1996 e 2000 a renda per capita mexicana teve um crescimento médio de 13%, enquanto a brasileira cresceu apenas 2%, mostrando como os diferentes processos de integração regional e a adoção de um conjunto de medidas direcionadas a uma maior abertura comercial da economia brasileira impactaram diferentemente o ritmo de crescimento do PIB per capita dos dois países. Em 2000, o PIB per capita do Brasil era de aproximadamente US\$ 8.7000 e o mexicano de US\$ 8.600. A partir desse ano, porém, tanto em termos comparativos entre

⁶³ Ainda que a abertura comercial da economia mexicana tenha ocorrido já na década de 1980, com a incorporação do país ao Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT) e uma abertura unilateral, a entrada no TLCAN aparece como a culminação desse processo de abertura aos fluxos de comércio e de capitais estrangeiros (Moreno-Brid e Ros, 2010). No Brasil, esse mesmo processo ocorre de forma tímida no final da década de 1980, sendo aprofundado a partir do governo de Fernando Henrique Cardoso.

as duas economias, quanto em proporção à renda per capita dos EUA, há um processo de divergência entre a renda per capita do Brasil e do México⁶⁴.

Entre os anos de 2001 e 2008 a taxa de crescimento média do PIB per capita do Brasil foi de 21% e a do México de 9%, provocando um movimento de divergência entre o PIB per capita das duas economias. Essa tendência à divergência foi particularmente forte entre 2006 e 2011, quando o PIB per capita do Brasil passa de US\$ 9.600 para US\$ 11.400 e o do México fica praticamente estagnado em US\$ 9.000. De acordo com Serrano e Summa (2015), esse rápido crescimento do PIB per capita brasileiro foi o resultado de grandes transformações nas condições externas, principalmente o “boom” nas exportações de commodities, combinada com mudanças na orientação da política macroeconômica doméstica.

Gráfico 22 - Renda per capita do Brasil e do México e seus percentuais em relação à renda per capita dos Estados Unidos – 1994-2011



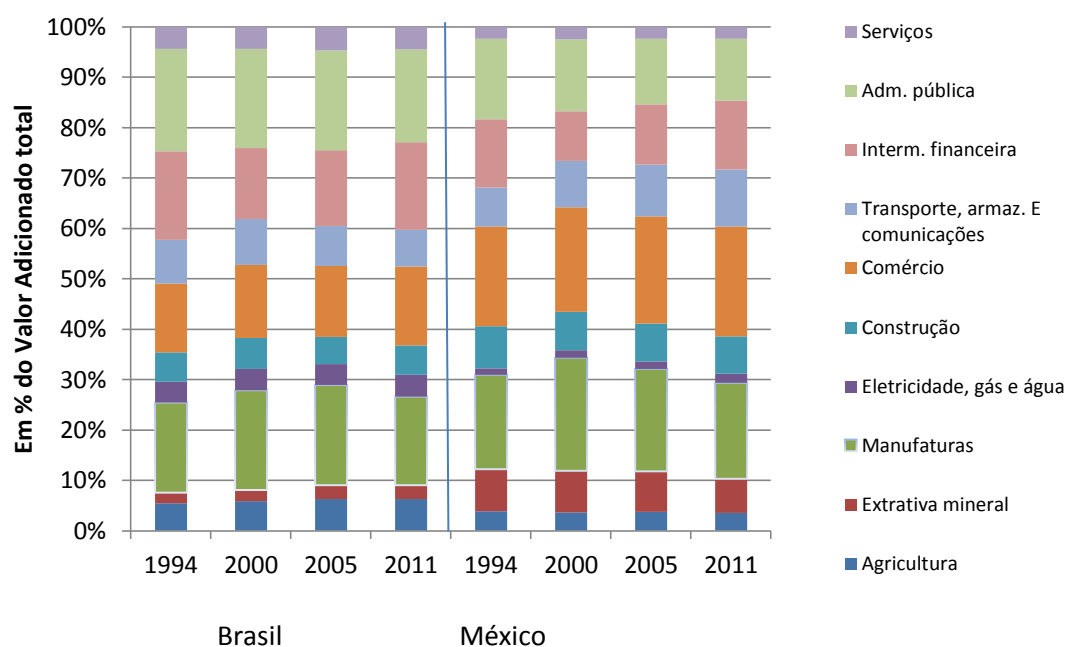
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Banco Mundial.

A análise em termos de mudança estrutural revela que esses diferentes ritmos de crescimento das duas economias guardam similaridades em termos da participação dos setores no valor adicionado total. Em ambas as economias o setor manufatureiro

⁶⁴ Freitas e Dweck (2010) mostram como as maiores taxas de crescimento do PIB e do PIB per capita brasileiro estiveram concentradas no período de ISI (1950-1980), enquanto que nas décadas de 1980 e 1990 verifica-se uma relativa estagnação nas taxas de crescimento do PIB e do PIB per capita, provocando um processo de *falling behind* em relação aos Estados Unidos e a Coreia do Sul. Os autores apontam os seguintes motivos para esse lento crescimento: i) baixa taxa de crescimento dos componentes domésticos da demanda final e uma vez que estes componentes possuem um elevado peso na demanda final explicam a baixa taxa de crescimento do PIB des a década de 1980; e ii) a instabilidade na contribuição do setor externo ao crescimento do PIB.

apresentou dois períodos distintos: i) entre 1994 e 2000 ocorreu um crescimento médio de 2% e 3% para o Brasil e para o México, respectivamente, enquanto que ii) entre 2000 e 2011 há uma tendência de queda, mais acentuada no caso do México, nas participações relativas do setor manufatureiro no valor adicionado total. Tomando os anos extremos de 1994 e 2011, os únicos setores que ganharam participação no Brasil foram o comércio (2%), extrativa mineral e agricultura com 1% para cada setor, enquanto que no México os setores que mais ganharam participação foram a intermediação financeira (3%), comércio (2%) e eletricidade, gás e água (1%). No caso do México chama atenção a queda de 4% na participação da administração pública no valor adicionado total, indicando a perda de importância das atividades governamentais na geração de valor adicionado. Já no Brasil, também ocorreu uma queda (2%) na participação desse setor (gráfico 23).

Gráfico 23 - Valor adicionado setorial (em % do total), Brasil e México (1994-2011)



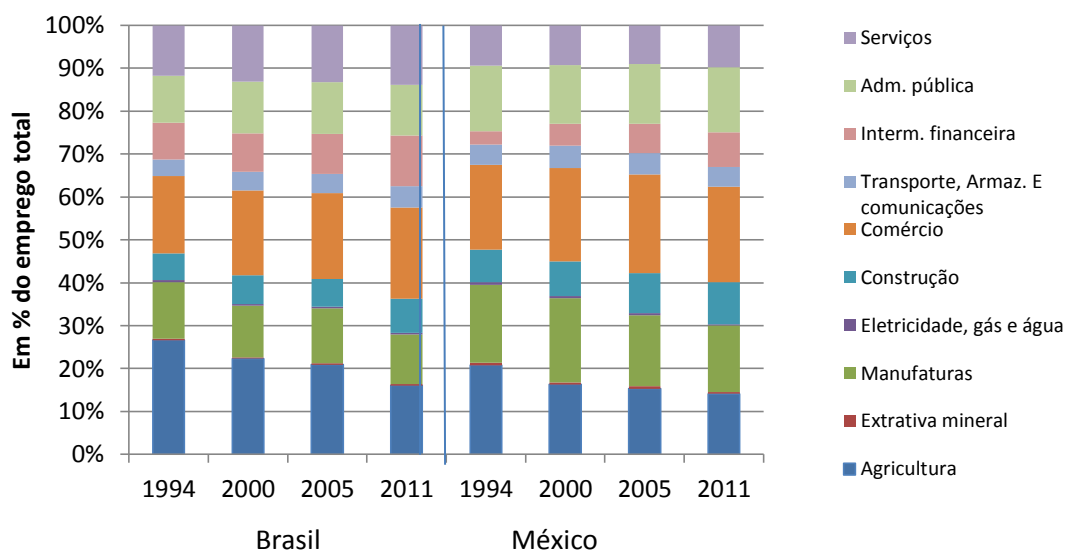
Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).

Outra forma de analisar os padrões de mudança estrutural nas duas economias é a partir do peso relativo dos setores no emprego total (gráfico 24). Os resultados mostram uma tendência já observada no período de 1980-1993 de uma diminuição progressiva queda da participação da agricultura no emprego total e da absorção dessa mão-de-obra pelos setores da construção, comércio, serviços, intermediação financeira e

administração pública. A participação do emprego manufatureiro, em ambas as economias, seguiu um padrão estável (Brasil) e de queda (México) entre 1994 e 2011.

No caso do México, é interessante notar como a participação das manufaturas aumenta tanto no valor adicionado total, quanto no emprego total, no período entre 1994 e 2000. Em 1994 o México assina o TLCAN juntamente com os Estados Unidos e o Canadá, o que tendeu a reforçar a deslocalização de empresas industriais norte-americanas, principalmente do setor automotivo, para a economia mexicana. Os resultados revelam que essa deslocalização aumentou as participações relativas do emprego e do valor adicionado manufatureiro. A posterior queda nas participações relativas pode estar relacionada, entre outros fatores, à entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC), em 2001. Dados os diferenciais de salário médio e os diferentes estágios de desenvolvimento entre os países, além da adoção de políticas industriais por parte do governo chinês, várias plantas industriais em setores como equipamentos elétricos e automóveis são deslocadas para aquele país⁶⁵.

Gráfico 24 - Participação do emprego setorial no emprego total, Brasil e México (1994-2011)

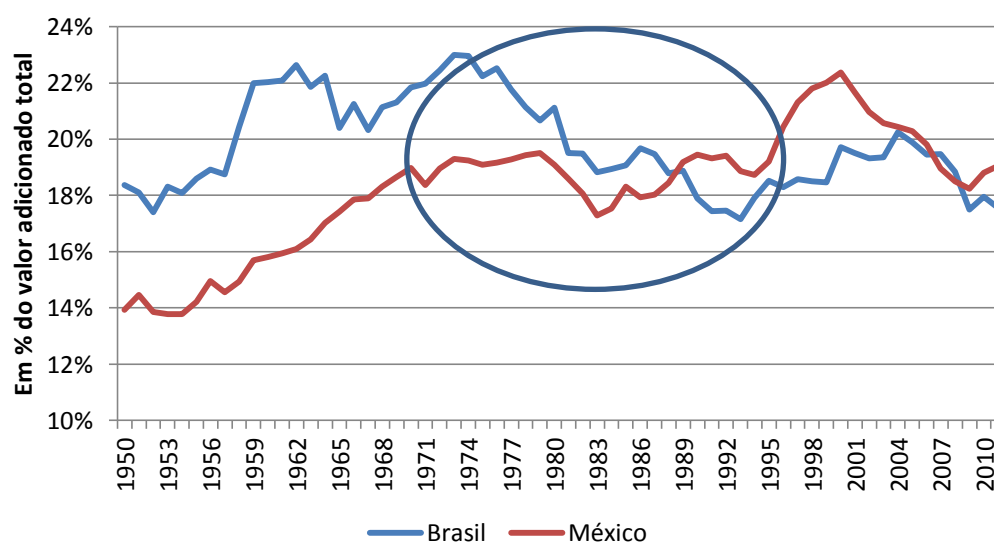


Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).

⁶⁵ Segundo Dussel-Peters e Gallagher (2013), a China não apenas deslocou plantas industriais do México e dos Estados Unidos para o seu país, mas também passou a participar ativamente das cadeias regionais de valor nos setores de equipamentos elétricos e de automóveis. Um dos resultados dessa incorporação chinesa no TLCAN foi o surgimento de grandes déficits comerciais dos Estados Unidos e do México com a China. No caso do México, os crescentes déficits comerciais com a China são financiados parcialmente pelos superávits gerados com os Estados Unidos.

Esses padrões de mudança estrutural para o Brasil e para o México entre 1994 e 2011 mostram como as modificações no peso relativo das manufaturas no emprego e no valor adicionado são pequenas. Como mostrado por Marconi (2015) e Messa (2013) para o Brasil e por Moreno-Brid e Ros (2010) para o México, as grandes modificações naquelas relações ocorreram durante a década de 1970. Como podemos ver no gráfico 25, a participação relativa da manufatura no valor adicionado cai em ambos os países a partir de 1971, embora o México apresente um aumento sustentado entre 1983 e 2001, enquanto a queda na participação relativa da manufatura no valor adicionado para o Brasil se estende até o início da década de 1990. No caso do Brasil, essa queda contínua da participação das manufaturas no valor adicionado gerou um grande debate sobre a ocorrência ou não de um processo de desindustrialização. Para a economia mexicana, o debate ganha maior proporção ao longo dos anos 2000, com o deslocamento de plantas industriais para os países do leste asiático, notadamente a China⁶⁶ (Medeiros, 2015).

Gráfico 25 - Participação das manufaturas no valor adicionado total, Brasil e México (1950-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).

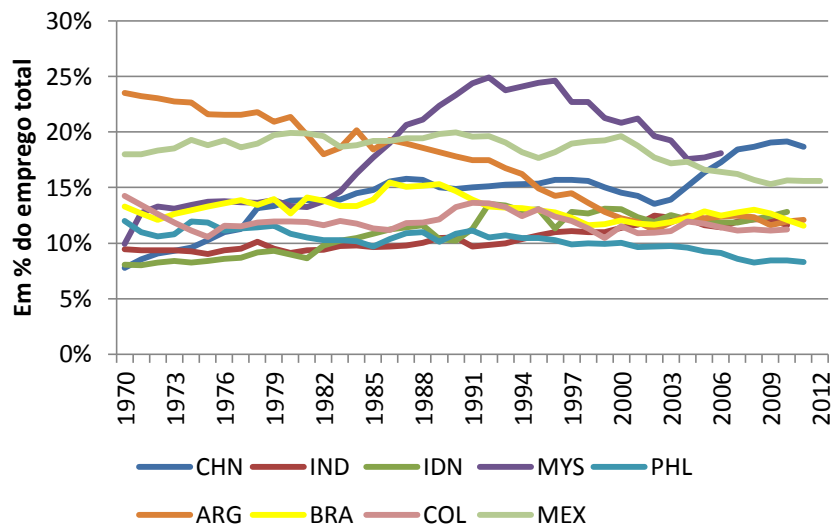
⁶⁶ Como não é objeto de nosso estudo, os estudos realizados por Rodrik (2015), Bonelli, Pessoa e Matos (2013), Moreno-Brid e Ros (2010), Nassif (2008) e Palma (2005) fornecem um amplo panorama sobre as causas e consequências dessa perda de participação da indústria no valor adicionado para o Brasil e para o México, além de comparações com outras economias em desenvolvimento e desenvolvidas. A definição usual de desindustrialização é a perda contínua de participação da manufatura no emprego e no valor adicionado da economia.

Do ponto de vista da participação do emprego manufatureiro no emprego total é possível observar, a partir dos gráficos 26 e 27, que o padrão verificado nas economias brasileira e mexicana é compartilhado por outras economias em desenvolvimento e desenvolvidas, com a exceção da China. Como podemos verificar, essa perda de participação do emprego nas manufaturas ocorreu em todas as economias desenvolvidas ao longo da década de 1970 e nas economias em desenvolvimento a partir da década de 1980. Como afirma Rodrik (2015), as economias desenvolvidas apresentaram quedas nas participações relativas do valor adicionado e do emprego durante as décadas de 1950 e 1960, tendência esta que foi reforçada ao longo da década de 1970.

Rodrik (2015) ainda afirma que o ponto de inflexão nas participações relativas do emprego e do valor adicionado para a maior parte dos países em desenvolvimento ocorreu durante a década de 1970. Para o autor, os países em desenvolvimento, com a exceção de alguns países asiáticos, apresentaram uma “desindustrialização prematura”, tendo em vista que a participação da manufatura começou a declinar com níveis de renda significativamente menores do que os verificados no processo de desindustrialização dos países desenvolvidos.

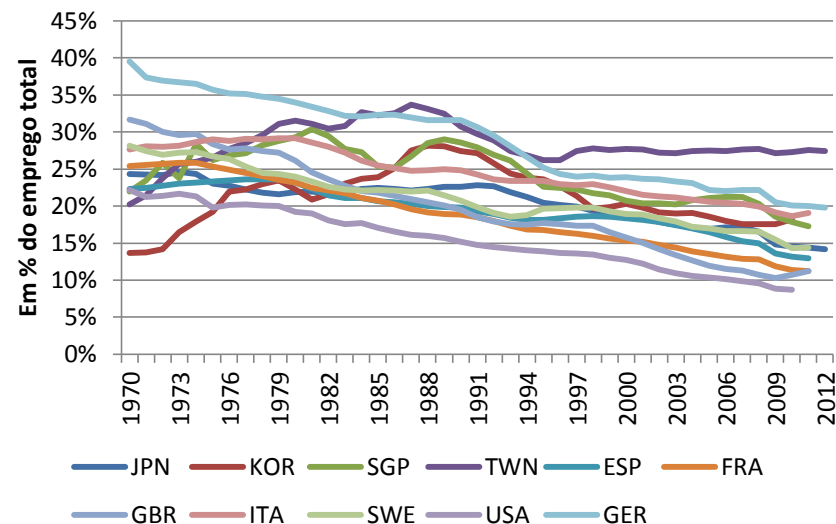
Ainda de acordo com Rodrik (2015), a explicação para a “desindustrialização prematura” está baseada nas diferentes taxas de progresso tecnológico que os países experimentam. Em termos gerais, as manufaturas experimentam maiores taxas de crescimento da produtividade comparativamente a outros setores da economia. Isto resulta em uma redução na participação do emprego manufatureiro no emprego total da economia, quando a elasticidade substituição entre a manufatura e outros setores é menor do que a unidade. Para Rodrik (2015), a ocorrência conjunta de uma queda relativa do emprego e do valor adicionado requer a existência de déficits comerciais persistentes nas manufaturas ou uma secular mudança na demanda por produtos de outros setores, principalmente serviços.

Gráfico 26 - Participação das manufaturas no emprego total, economias em desenvolvimento (1970-2012)



Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015).

Gráfico 27 - Participação das manufaturas no emprego total, economias desenvolvidas (1970-2012)

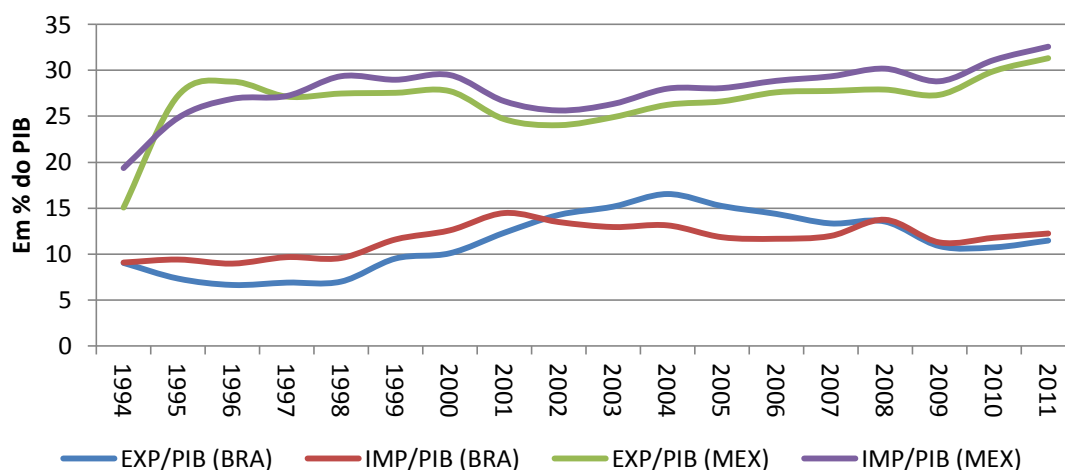


Fonte: elaboração própria a partir de dados de Timmer, de Vries e de Vries (2015) e DeLong (2017) para os dados da Alemanha.

Se os padrões de mudança estrutural verificados em ambas as economias seguiram trajetórias relativamente similares, o mesmo não pode ser dito em relação aos padrões e ao grau de integração de ambas as economias no comércio internacional. O gráfico 28 apresenta as participações relativas das exportações e das importações no PIB dos dois países. É perceptível como o grau de integração do México no comércio internacional é muito superior ao apresentado pelo Brasil em todo o período, sendo quase três vezes maior no período imediatamente posterior à assinatura do TLCAN.

Do ponto de vista do México, a partir de 1997 a participação das importações no PIB supera àquela das exportações. Esse padrão reflete uma característica específica à estratégia de desenvolvimento adotado pelo México já na década de 1960 por meio das *maquilas*, a crescente dependência da estrutura produtiva interna em relação aos insumos importados⁶⁷. Para autores como Ruiz-Nápoles (2004) e Fujii e Cervantes (2013), essa crescente dependência em relação aos insumos importados resultou em um crescimento do emprego associado às exportações de *maquilas* menor do que o esperado e em uma diminuição no valor adicionado doméstico contido nas exportações.

Gráfico 28 - Participação das exportações e das importações no PIB, Brasil e México (1994-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

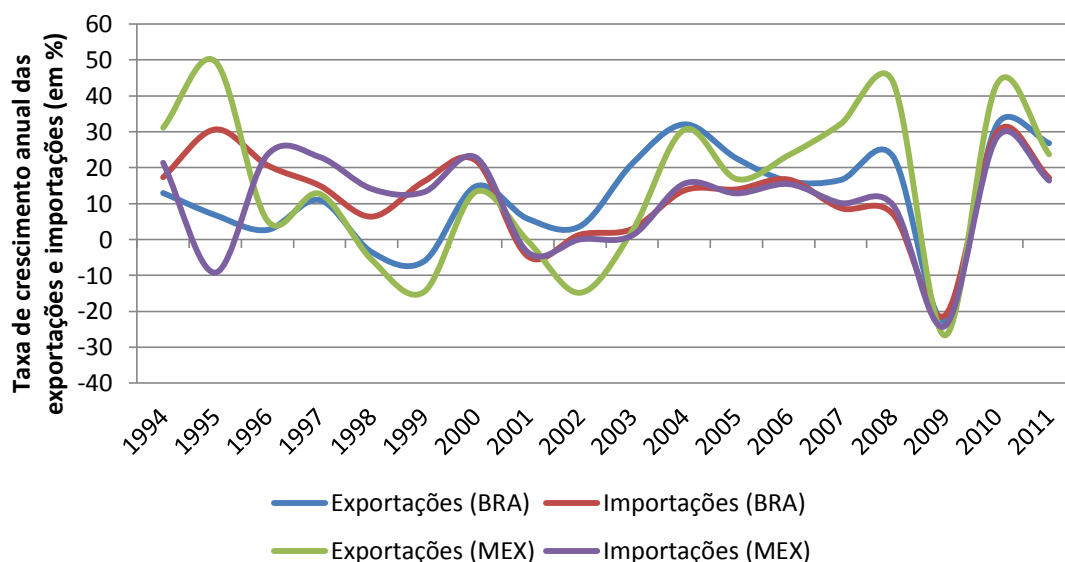
⁶⁷ De acordo com Castillo e de Vries (2014), com o fim do chamado programa “*bracero*”, o qual permitia aos trabalhadores mexicanos trabalhar temporariamente nos Estados Unidos, no final da década de 1960, o governo mexicano foi forçado a adotar uma série de medidas dirigidas a atrair firmas processadoras de exportação na fronteira norte do país. Com o passar do tempo, ainda segundo os autores, os demais governos adotaram várias medidas para desenvolverem as *maquiladoras*, que eram vistas como geradoras de emprego e de renda. Na década de 1990 são adotadas várias políticas para o desenvolvimento tecnológico das *maquiladoras*: PITEX (1990), ALTEX (1990), PROPICE (1996), PROSEC (2002) e IMMEX (2006).

No caso do Brasil, a participação das importações no PIB superou àquela das exportações entre 1994 e 2002, enquanto que entre 2002 e 2007 ocorre o movimento oposto, com uma maior participação relativa das exportações no PIB⁶⁸. O ponto interessante reside no crescimento conjunto da participação das exportações e das importações a partir de 1998, quando o governo brasileiro adota minidesvalorizações cambiais e os efeitos das medidas de abertura comercial adotadas ao longo da década de 1990 começam a serem refletidas em ambas as participações (Carneiro, 2002). O período entre 2004-2010, caracterizado pelo rápido crescimento econômico, “boom” nas exportações de commodities e valorização do câmbio (Serrano e Summa, 2015), apresentou uma relativa estabilidade da participação das importações no PIB e uma queda na participação das exportações.

Em termos de taxas de crescimento, verificamos que as taxas médias de crescimento das exportações brasileiras entre 1995-2000, 2000-2005 e 2005-2011 foram de 2.4%, 17.1% e 9.5%, respectivamente, e das exportações mexicanas foram de 14.7%, 5.3% e 4.3% para os mesmos períodos. Do lado das importações, e tomando por base os mesmos períodos, os crescimentos médios foram, para o Brasil, 0.2%, 5.3% e 18.3%, enquanto para o México foram de 18.4%, 4.9% e 4% (gráfico 29). Com base nesses dados é possível afirmar que os ciclos de crescimento das exportações e das importações das duas economias estiveram concentrados em distintos momentos do tempo, respondendo de formas distintas aos impulsos gerados pela demanda interna e externa.

⁶⁸ Para Laplane e Sarti (1999), os déficits comerciais brasileiros verificados a partir de meados da década de 1990 tiveram uma crescente contribuição das importações realizadas pelas ETNs. O maior fluxo de importações realizado por parte dessas empresas estaria relacionado com as estratégias adotadas desde o início da década de 1990. O fluxo de IDE do início da década de 1990 esteve fortemente associado com processos de racionalização e modernização da estrutura produtiva. Ainda segundo os autores, esses fatos teriam aumentado o grau de internacionalização da economia brasileira.

Gráfico 29 - Taxas de crescimento anuais das exportações e das importações (%), Brasil e México (1994-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da UNCTAD.

Os processos de abertura comercial pelos quais passaram o Brasil e o México entre as décadas de 1980 e 1990 resultaram em dois padrões distintos de especialização comercial. De um lado, o Brasil e os demais países do América do Sul especializados na exportação de produtos baseados em recursos naturais, enquanto, por outro lado, o México com um padrão exportador centrado nas *maquilas* industriais destinadas em grande parte aos Estados Unidos (Katz, 2000). Além desse efeito pelo lado das exportações, a abertura comercial provocou movimentos de reestruturações industriais em ambos os países, que se refletiram em uma maior dependência em relação aos insumos intermediários importados em quase todos os setores. O aumento na importação de partes, peças e componentes estaria relacionado às estratégias defensivas das empresas nacionais frente à concorrência estrangeira e à utilização da rede de fornecedores estrangeiros pelas ETNs (Britto, 2002; Kupfer, 2005; Fujii e Cervantes, 2013).

O grande aumento das importações de insumos intermediários na década de 1990 e ao longo dos anos 2000 estaria relacionado ao processo de abertura comercial, à valorização persistente do câmbio e às estratégias microeconômicas de localização das plantas industriais das ETNs. O processo de fragmentação produtiva e a consequente formação das CGV parecem ter exacerbado os padrões de especialização comercial de ambos os países. Em que pesem os diferentes posicionamentos e graus de participação dos dois países nas CGV (Hermida, 2016; Boddin, 2017), fato é que as respectivas

inserções nessas cadeias não foram capazes de modificar seus padrões de exportação e de importação (Medeiros e Trebat, 2017). Os setores tradicionalmente exportadores – baseados em recursos naturais (intensivos em capital) e nas *maquilas* (intensivos em trabalho) – reforçaram suas participações nas exportações totais e no saldo comercial. Por outro lado, os setores que envolvem um maior conteúdo tecnológico tornaram-se crescentemente deficitários (Katz, 2000).

Como podemos observar na tabela 13, utilizando a desagregação a dois dígitos do Sistema Harmonizado (SH) da UN Comtrade, ocorreram poucas modificações nos pesos relativos dos produtos exportados e importados pelo Brasil entre 1994 e 2011. É possível perceber, porém, dois momentos distintos na pauta exportadora brasileira. A entrada em vigor do Mercosul, no início da década de 1990, teve o efeito de aumentar a participação dos equipamentos de transporte e máquinas e equipamentos elétricos no total exportado pelo país. Esse aumento apresentou um forte componente regional no sentido de que uma parcela significativa dessas exportações esteve dirigida para a Argentina e outros países da América Latina, assim como para os Estados Unidos (Castilho e Puchet, 2012). Como apontam Souza e Castilho (2016), esse padrão geograficamente concentrado das exportações brasileiras de produtos manufaturados para os países da América Latina construiu uma incipiente integração produtiva entre os países da região.

No período entre 2004 e 2011 é possível perceber um aumento no peso relativo de produtos como as commodities agrícolas, os minerais não-metálicos e petróleo e seus derivados. O aumento na participação de produtos baseados em recursos naturais esteve relacionado com a crescente demanda da China por esses produtos, dadas as elevadas taxas de crescimento econômico e as rápidas modificações na estrutura da demanda interna verificadas nesse país (Medeiros, 2015)⁶⁹.

Já a evolução das importações brasileiras revelou uma maior estabilidade nas participações relativas dos produtos. Entre 1994 e 2011, as importações estão concentradas em máquinas e equipamentos elétricos, petróleo e seus derivados, produtos químicos e equipamentos de transporte. Esses quatro produtos representam

⁶⁹ Esse padrão geral das exportações brasileiras aponta no sentido de uma reprimarização da pauta exportadora do país. Como argumenta Castilho (2015), o Brasil vivenciou um processo de reprimarização das exportações. Contudo, essa reprimarização merece três qualificações: i) a taxa de crescimento das exportações dos produtos manufaturados supera àquela dos produtos baseados em recursos naturais; ii) a reprimarização tem uma dimensão geográfica no sentido de que o Brasil possui diferentes padrões em suas exportações de acordo com os diferentes parceiros comerciais; e iii) o ganho de peso dos produtos baseados em recursos naturais tende a afastar o país das cadeias globais de valor.

mais de 50% de todas as importações brasileiras no período analisado. O ponto que chama a atenção é a crescente importância relativa, pelo lado das exportações e pelo lado das importações, de dois produtos: equipamentos de transporte e máquinas e equipamentos elétricos. Esse padrão revela a existência de um crescente comércio intra-setorial, indicando que o Brasil pode estar se engajando de maneira mais ativa nas redes globais e regionais de produção desses dois setores.

Tabela 13 - Principais produtos exportados e importados pelo Brasil (em % do total exportado) - 1994, 2004 e 2011

| Produtos - SH | 1994 | Produtos - SH | 2004 | Produtos - SH | 2011 |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Exportações | | | | | |
| Alimentos e bebidas | 15.20 | Equip. de transporte | 13.55 | Minerais não-metálicos | 17.57 |
| Minerais metálicos | 14.57 | Maq. e equip. elétricos | 11.55 | Commodities agrícolas | 12.78 |
| Maq. e equip. elétricos | 11.79 | Alimentos e bebidas | 11.32 | Alimentos e bebidas | 12.41 |
| Commodities agrícolas | 11.35 | Minerais metálicos | 11.11 | Petróleo e seus derivados | 10.46 |
| Equip. de transporte | 8.74 | Commodities agrícolas | 10.82 | Equip. de transporte | 7.65 |
| Madeira | 6.64 | Carnes de aves | 6.51 | Maq. e equip. elétricos | 7.51 |
| Minerais não-metálicos | 6.04 | Madeira | 6.22 | Minerais metálicos | 7.40 |
| Produtos químicos | 4.72 | Minerais não-metálicos | 5.91 | Carnes de aves | 5.94 |
| Calçados | 3.75 | Produtos químicos | 4.66 | Produtos químicos | 4.76 |
| Têxteis e vestuário | 3.22 | Petróleo e seus derivados | 4.57 | Madeira | 3.57 |
| Importações | | | | | |
| Maq. e equip. elétricos | 27.61 | Maq. e equip. elétricos | 28.70 | Maq. e equip. elétricos | 26.56 |
| Petróleo e seus derivados | 14.85 | Produtos químicos | 19.20 | Petróleo e seus derivados | 18.55 |
| Produtos químicos | 14.33 | Petróleo e seus derivados | 18.22 | Produtos químicos | 15.21 |
| Equip. de transporte | 10.01 | Equip. de transporte | 6.70 | Equip. de transporte | 11.66 |
| Commodities agrícolas | 7.71 | Plástico/borracha | 5.70 | Minerais metálicos | 6.30 |
| Plástico/borracha | 4.10 | Minerais metálicos | 5.11 | Plástico/borracha | 5.85 |
| Outras manufaturas | 4.02 | Outras manufaturas | 4.50 | Outras manufaturas | 3.87 |
| Têxteis e vestuário | 3.97 | Commodities agrícolas | 3.20 | Têxteis e vestuário | 2.90 |
| Minerais metálicos | 3.58 | Têxteis e vestuário | 2.26 | Commodities agrícolas | 2.76 |
| Carnes de aves | 2.31 | Minerais não-metálicos | 1.58 | Alimentos e bebidas | 1.37 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Comtrade.

Já no caso do México, as pautas de exportação e de importação apresentaram um padrão similar entre a adesão ao TLCAN, em 1994, até depois da crise financeira mundial, em 2008. Entre 1994 e 2011, a pauta exportadora mexicana é dominada por três produtos, máquinas e equipamentos elétricos, equipamentos de transporte e petróleo e seus derivados (tabela 14). Esses setores representavam mais de 60% das exportações mexicanas em 2011. Do ponto de vista das importações, o setor de máquinas e equipamentos de transporte respondeu por mais de 30% de todas as importações

realizadas pelo México entre 1994 e 2011. O setor de equipamentos de transporte também apresentou um crescimento em seu peso relativo na pauta de importações. Como apontado por Fujii e Cervantes (2013), esses padrões de exportações e importações do México foram o resultado das medidas de liberalização comercial adotadas ainda na década de 1980, sendo reforçadas a partir da entrada do país no TLCAN. A mudança na estratégia de desenvolvimento verificada entre as décadas de 1980 e 1990 teve como um de seus pilares a construção de um modelo de crescimento econômico baseado nas exportações de manufaturas (Moreno-Brid e Ros, 2010).

Tabela 14 - Principais produtos exportados e importados pelo México (em % do total exportado) - 1994, 2004 e 2011

| Produtos - SH | 1994 | Produtos - SH | 2004 | Produtos - SH | 2011 |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Exportações | | | | | |
| Maq. e equip. elétricos | 39.44 | Maq. e equip. elétricos | 40.15 | Maq. e equip. elétricos | 34.04 |
| Equip. de transporte | 14.19 | Equip. de transporte | 15.58 | Equip. de transporte | 18.63 |
| Petróleo e seus derivados | 11.90 | Petróleo e seus derivados | 12.39 | Petróleo e seus derivados | 15.95 |
| Minerais metálicos | 5.47 | Outras manufaturas | 6.94 | Outras manufaturas | 6.10 |
| Outras manufaturas | 5.43 | Têxteis e vestuário | 5.15 | Minerais metálicos | 4.82 |
| Têxteis e vestuário | 4.59 | Minerais metálicos | 4.84 | Minerais não-metálicos | 4.63 |
| Commodities agrícolas | 4.07 | Produtos químicos | 2.97 | Produtos químicos | 2.94 |
| Produtos químicos | 3.84 | Plástico/borracha | 2.61 | Alimentos e bebidas | 2.73 |
| Plástico/borracha | 2.77 | Commodities agrícolas | 2.58 | Commodities agrícolas | 2.70 |
| Minerais não-metálicos | 2.11 | Alimentos e bebidas | 2.15 | Plástico/borracha | 2.53 |
| Importações | | | | | |
| Maq. e equip. elétricos | 34.08 | Maq. e equip. elétricos | 39.54 | Maq. e equip. elétricos | 36.95 |
| Outras manufaturas | 15.62 | Equip. de transporte | 9.83 | Petróleo e seus derivados | 9.98 |
| Minerais metálicos | 8.50 | Minerais metálicos | 8.64 | Equip. de transporte | 8.58 |
| Plástico/borracha | 6.76 | Plástico/borracha | 7.79 | Minerais metálicos | 8.38 |
| Produtos químicos | 6.68 | Produtos químicos | 7.47 | Produtos químicos | 7.72 |
| Têxteis e vestuário | 5.29 | Outras manufaturas | 5.66 | Outras manufaturas | 6.97 |
| Equip. de transporte | 5.12 | Têxteis e vestuário | 4.53 | Plástico/borracha | 6.87 |
| Madeira | 4.75 | Petróleo e seus derivados | 3.83 | Commodities agrícolas | 3.72 |
| Commodities agrícolas | 4.22 | Madeira | 3.21 | Têxteis e vestuário | 2.71 |
| Alimentos e bebidas | 2.27 | Commodities agrícolas | 3.17 | Madeira | 2.34 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Comtrade.

A tabela 15 abaixo mostra o conteúdo importado presente nas exportações dos setores de equipamentos elétricos e ópticos e equipamentos de transporte para o Brasil e para o México entre 1995 e 2011. Esses setores foram escolhidos devido às suas importâncias relativas nas exportações e importações dos dois países. Como podemos

observar, o grau de integração nas redes de produção nos dois setores difere marcadamente entre o Brasil e o México. Os resultados encontrados para esses dois setores corroboram com os resultados encontrados por Hermida (2016) e estão em linha com vários estudos sobre os diferentes graus de participação dos países em desenvolvimento nas CGV (Boddin, 2017; Medeiros e Trebat, 2017). O ponto aqui é mostrar como o Brasil aumentou sua participação nas CGV em dois dos setores mais dinâmicos do ponto de vista da incorporação de avanços tecnológicos (Hermida, 2016), ainda que essa participação seja relativamente baixa, quando comparamos com outros países em desenvolvimento e desenvolvidos.

Tabela 15 - Valor adicionado estrangeiro nas exportações do Brasil e do México para setores selecionados (1995, 2005 e 2011)

| Setores | 1995 | 2005 | 2011 |
|----------------------------------|------|------|------|
| México | | | |
| Equipamentos elétricos e ópticos | 54.8 | 61.3 | 58.3 |
| Equipamentos de transporte | 41.0 | 46.4 | 48.9 |
| Brasil | | | |
| Equipamentos elétricos e ópticos | 13.3 | 22.2 | 19.9 |
| Equipamentos de transporte | 12.2 | 19.2 | 19.5 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da TiVA-OECD.

3.2 Índice global de circularidade, indicadores de comércio exterior e especialização vertical: aspectos metodológicos

No capítulo anterior, apresentamos um conjunto de indicadores estruturais e de comércio exterior elaborados a partir das matrizes de insumo-produto dos respectivos países. Em que pese a consistência dos dados divulgados pelo IBGE e pelo INEGI, a defasagem temporal das matrizes, divulgadas com diferentes periodicidades, e a inexistência de tabelas para os mesmos anos tornaria o estudo comparado entre o Brasil e o México um *tour de force* metodológico. Em vista dessas dificuldades e dada a disponibilidade de matrizes internacionais, com periodicidade anual entre 1995 e 2011, elaboradas a partir dos dados dos sistemas de contas nacionais dos países (utilizando o método de extrapolação) e contando com um grande número de países, optou-se pela utilização do *World Input-Output Database*, WIOD⁷⁰. A utilização dessas matrizes implica, porém, em tornar incompatíveis a comparação direta entre os resultados do capítulo 2 e os resultados do presente capítulo.

O seguinte conjunto de indicadores serão calculados novamente, seguindo os mesmos procedimentos adotados no capítulo anterior:

1. Índices de similaridade;
2. Coeficientes de demanda intermediária;
3. Coeficientes de demanda final;
4. Coeficientes de exportação e importação;
5. Índices do poder de dispersão e sensibilidade de dispersão;
6. Índice global de circularidade ou de complexidade estrutural e subdeterminantes;
7. Taxas de autarquia, de interdependência, de triangularidade e de difusão direta.

Esse conjunto de indicadores permite traçar um amplo panorama, a partir da construção de indicadores estruturais e de comércio exterior, dos efeitos não apenas da abertura comercial, mas também da integração às CGV. Como apontado por Coutinho

⁷⁰ Com a divulgação das novas matrizes mundiais em 2016, temos dois conjuntos de dados: i) as matrizes mundiais que cobrem o período de 1995-2011, contando com 40 países e desagregadas a 35 setores; e ii) as novas matrizes mundiais, cuja periodicidade é de 2000 a 2014, com 43 países e 56 setores. Dados os objetivos do estudo, escolhemos utilizar as matrizes da WIOD que cobrem o período de 1995 a 2011. Essa escolha permite analisar os impactos da abertura comercial do Brasil e do México, da integração dos países no âmbito dos acordos regionais (Mercosul e TLCAN) e da inserção nas redes globais/regionais de valor e de produção. Para uma leitura cuidadosa da construção das matrizes mundiais ver Dietzenbacher et al. (2013).

(1997), Britto (2002), Squeff (2015), Aroche (2006) e Cardero e Galindo (2005), as aberturas comerciais do Brasil e do México, ainda que temporalmente iniciadas em momentos diferentes, possuíram um componente em comum: a reestruturação industrial e a conseqüente mudança nas estratégias de desenvolvimento introduziram um componente estrutural no consumo de insumos intermediários importados. Isso é importante porque quando o consumo desses bens cresce em relação ao valor bruto da produção, ocorre uma alteração na estrutura da produção.

A construção desses índices tem por objetivo inferir como os comportamentos das exportações e importações afetaram as estruturas produtivas dos respectivos países e em que medida elas tornaram-se mais similares ou dissimilares. A questão de fundo dos estudos convencionais relacionando comércio exterior e estrutura produtiva é saber se a rede de interrelações entre os setores ficou mais ou menos complexa, dadas as influências do comércio exterior. Contudo, com a integração dos países em desenvolvimento, como o Brasil e o México, nas CGV, os indicadores tradicionais (coeficientes de exportação/importação, coeficiente de penetração das importações, conteúdo importado da produção) deixam de lado a característica mais relevante do atual processo de fragmentação da produção, a especialização vertical dos países (Hummels, Ishii e Yi, 2001).

Os coeficientes tradicionais de comércio exterior não captam o conteúdo importado presente nas exportações que um país realiza. Se é correta a afirmação de que países como Brasil e México são estruturalmente mais dependentes de insumos importados, é de se supor que uma fração cada vez mais importante das exportações contenham uma maior participação de insumos intermediários importados. Mesmo análises de decomposição estrutural, que medem a contribuição dos diversos componentes da demanda final ao crescimento das importações, pode conter algum grau de subestimação da contribuição das exportações ao crescimento das importações. Isso acontece porque essas análises não levam em consideração qual é a parte associada ao conteúdo doméstico e ao conteúdo estrangeiro.

Nas definições de Hirschman (1961) e Leontief (1963), uma economia em desenvolvimento é aquela que carece de partes em seu sistema produtivo. O corolário dessa definição é a necessidade de instalar novas linhas de produção que demandem insumos de outras indústrias nacionais e integrem o aparato produtivo doméstico, tornando-o mais complexo do ponto de vista dos encadeamentos setoriais e tecnológico. Dessa forma, espera-se que à medida que uma economia se desenvolve a quantidade de

entradas diferentes de zero na matriz de insumos também diminua (Forsell, 1983; Stolka, 1983) e que a complexidade do sistema de trocas aumente. Em outras palavras, os setores deveriam ser mais interdependentes e mais sofisticado tecnologicamente. Na abordagem de Hirschman (1961) as importações não eram tratadas como um obstáculo ao desenvolvimento econômico, mas como uma importante ferramenta na introdução de novas tecnologias e de difusão do progresso técnico.

A análise conjunta dos indicadores de circularidade ou complexidade estrutural e de especialização vertical pode lançar luz sobre o processo que foi denominado de diminuição da profundidade da produção (Puchet e Solís, 2013). A partir de determinado estágio em seus processos de desenvolvimento, alguns países desenvolvidos e em desenvolvimento experimentam uma diminuição no valor agregado doméstico sobre a produção. Isto reflete precisamente a utilização crescente de insumos intermediários importados, assim como a deslocalização de etapas dos processos produtivos. Esse fenômeno de fragmentação da produção implica na necessidade de incorporar novos indicadores, que permitam uma melhor compreensão da relação entre comércio exterior e estrutura produtiva

Para medir a especialização vertical dos países é necessário a utilização de dois indicadores: i) as importações necessárias para realizar as exportações e ii) o valor adicionado necessário (doméstico e estrangeiro) para realizar as exportações. Hummels, Ishii e Yi (2001) definem a especialização vertical do país k no setor i pela seguinte equação:

$$EV_{ki} = \left(\frac{\text{intermediários importados}}{\text{produto bruto}} \right) \text{exportações}$$

$$= \left(\frac{\text{exportações}}{\text{produto bruto}} \right) \text{intermediários importados}$$

A participação da EV nas exportações totais do país k é expressa na equação abaixo:

$$\text{Participação da EV nas exportações totais} = \frac{EVX_k}{X_k} = \frac{\sum_i EVX_{ki}}{\sum_i X_{ki}}$$

Onde X denota as exportações, k e i são o país eo setor, respectivamente.

A representação matricial da participação da EV nas exportações totais é dada por:

$$\begin{aligned} \text{Participação da EV nas exportações totais do país } k &= \frac{EVX_k}{X_k} \\ &= \frac{uA^M[I - A^D]^{-1}X}{X_k}. \end{aligned}$$

Onde u é um vetor unitário de tamanho $1 \times n$, A^M é a matriz ($n \times n$) de coeficientes de insumos importados, A^D é a matriz ($n \times n$) de coeficientes de insumos domésticos, X é um vetor ($n \times 1$) das exportações. $(I - A^D)^{-1}$ é a matriz inversa de Leontief, que captura os insumos importados incorporados no produto doméstico após a segunda etapa do processo de produção para as mercadorias que são exportadas (Hummels, Ishii e Yi, 2001).

Uma importante contribuição à literatura sobre valor adicionado doméstico foi realizada por Koopman, Wang e Wei (2012). A equação básica para calcular esse indicador toma a seguinte forma:

$$\text{Coeficiente de valor adicionado doméstico} = A_V[I - A^D]^{-1}.$$

Onde A_V é um vetor ($1 \times n$) com os coeficientes de valor adicionado, isto é, a razão entre o valor adicionado criado pelo setor j , V_j , e o produto total do setor j .

O coeficiente de valor adicionado estrangeiro é calculado de forma similar à metodologia proposta originalmente por Hummels, Ishii e Yi (2001):

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de valor adicionado estrangeiro} &= u - A_V[I - A^D]^{-1} \\ &= uA^M[I - A^D]^{-1}. \end{aligned}$$

Segundo Koopman, Wang e Wei (2012), a soma da EV e do coeficiente de valor adicionado é igual a 1.

Como exposto na equação do coeficiente de valor adicionado doméstico, o conteúdo doméstico nas exportações pode ser explicado a partir da abordagem geral do valor adicionado. O valor adicionado total criado em um país ou em uma indústria é o valor do produto de dado setor menos o valor dos insumos intermediários utilizados para produzir os bens finais. O valor adicionado total contém informações sobre os bens produzidos domesticamente e os insumos intermediários importados. O valor

adicionado direto total pode ser calculado pela fórmula geral do valor adicionado se a hipótese levantada por Hummels, Ishii e Yi (2001) de que os insumos intermediários importados utilizados para a demanda doméstica e para as exportações são proporcionais é satisfeita (Amador, Cappariello e Stehrer, 2015). A equação abaixo fornece o conteúdo do valor adicionado direto das exportações para um país.

$$VAX = \sum_i X_i \left(1 - \sum_j a_{ji} \right) = \sum_i [X_i v a_i]$$

Onde a_{ji} denota os coeficientes para as exportações e para as vendas domésticas e $v a_i$ é a razão do conteúdo de valor adicionado direto do setor i .

3.3 A evolução do índice de similaridade e do comércio exterior na era dos processos produtivos fragmentados

As reformas macroeconômicas adotadas nas décadas de 1980 e 1990 provocaram uma profunda modificação nas estratégias de desenvolvimento do Brasil e do México. No lugar do modelo de ISI entraram em cena políticas econômicas que priorizaram o controle da inflação, a eliminação do protecionismo comercial e a redução da intervenção do Estado na economia. O suposto implícito era que a redução da participação do Estado na economia e a liberalização comercial e financeira abririam espaço para a expansão do investimento privado e, em particular, do IDE das ETNs. Nos dois países, a atuação das ETNs, assim como a “seleção natural” das empresas nacionais mais produtivas conduzida pela liberalização comercial, acabariam por produzir um forte crescimento das exportações de bens manufaturados, que teve a sua contraparte no aumento nas importações de insumos intermediários.

Os resultados foram díspares. Em que pesem o controle da inflação e a diminuição do déficit fiscal, as taxas de crescimento e do emprego de ambos os países ficaram aquém do esperado. Depois da abertura comercial e da desregulação financeira ganharam importância as indústrias processadoras de recursos naturais, os setores baseados na *maquila*, os setores produtores de bens não-comercializáveis e, finalmente, as indústrias que conseguem obter regimens regulatórios *ad hoc* que as isolam do processo generalizado de abertura comercial da economia, como no caso da indústria

automotriz (Katz, 2002). Como apontam Coutinho (1997), Katz (2002), Britto (2002), Puyana e Romero (2007) e Moreno-Brid e Ros (2010), as reformas estruturais aplicadas ao longo das décadas de 1980 e de 1990 acentuaram e consolidaram as tendências endógenas do aparato produtivo do Brasil e do México, assim como de outros países da América Latina, a buscarem novos “*senderos*” de especialização produtiva na direção previamente mencionada⁷¹.

Dentro desses contextos foram consolidadas as posições de mercado dos setores processadores de recursos naturais, elaboradores de produtos básicos de uso difundido, como são o ferro e o aço, a celulose e o papel, os azeites vegetais e outros, assim como também dos setores *maquiladores* produtores de equipamentos eletrônicos, videocassetes e televisão e alguns produtos têxteis. Em todos esses setores ganharam presença as subsidiárias locais das ETNs e os grandes grupos corporativos de capital nacional. Como contrapartida, perderam peso relativo dentro do produto industrial o grupo das pequenas e médias empresas, e praticamente desapareceram o outrora forte núcleo das empresas estatais, com as exceções da Petrobras (Brasil) e da Pemex (México).

Os processos de reestruturação industrial que acompanharam ambas as aberturas comerciais introduziram um forte componente estrutural nas importações, componente expresso no elevado nível e rigidez das importações de insumos intermediários (Squeff, 2015). Uma das possíveis explicações para a manutenção de um elevado consumo de insumos intermediários importados encontra-se na constatação de que uma das consequências da reestruturação em vários setores, particularmente mais evidente no setor automotriz, levou a uma maior integração das filiais nacionais na rede mundial das ETNs. Os investimentos em modernização, aquisição e ampliação da capacidade instalada implicaram em uma maior dependência estrutural de insumos importados, levando alguns autores (Coutinho, 1997; Carneiro, 2002; Kupfer, 2005; Aroche, 2006; Puchet e Solís, 2013) a uma maior fragilização em suas estruturas produtivas⁷².

⁷¹ Nesse contexto, a assinatura de acordos regionais, Mercosul e TLCAN, formavam parte de mais uma etapa no processo de abertura comercial do Brasil e do México. O resultado prático desses acordos foi o reforçamento e aprofundamento de padrões comerciais já existentes na década de 1980. Para uma revisão crítica do processo de liberalização comercial do Brasil ver Ferraz, Kupfer e Iooty (2004) e para o caso do México ver Puyana e Romero (2007).

⁷² Como argumentam Puyana e Romero (2007) para o caso do México, com a abertura comercial iniciada depois da crise da dívida externa de 1982 e a assinatura de tratados de livre comércio era esperado que os IDE se concentrassem nos setores comercializáveis, como as manufaturas e a agricultura, para aproveitar a abertura aos mercados estrangeiros. No entanto, como ocorreu no caso do Brasil, o IDE esteve

Duas são as consequências dessa nova estratégia de desenvolvimento. O primeiro diz respeito à necessidade de aumentar as exportações nos setores tradicionalmente exportadores – baseados em recursos naturais e em manufaturas de *maquilas* -, que reforçaram suas participações nos saldos comerciais. Enquanto que os setores caracterizados como de maior conteúdo tecnológico tornaram-se crescentemente deficitários. O segundo é que uma fração crescente não apenas da produção nacional voltada ao mercado interno possui um maior componente importado, mas também que as exportações, em uma gama variada de setores, possuem um maior peso das importações ou de uma crescente especialização vertical.

A Tabela 16 mostra como as matrizes doméstica e total (somatório da matriz de fluxos domésticos e de fluxos de bens importados) do Brasil e do México evoluíram depois de aplicadas as reformas macroeconômicas e ao longo do período de inserção nas CGV. Os resultados mostram um alto grau de similaridade entre as estruturas produtivas dos países, seja do ponto de vista da comparação entre as matrizes domésticas seja pela comparação entre as matrizes de fluxos totais. Além disso, os índices mostram que o índice cresceu entre 1995 e 2001, com uma variação de 1.4 na matriz doméstica e 0.6 na matriz de fluxos totais. Os resultados estão em linha com o estudo realizado por Soza-Amigo (2012), o qual mostra que as estruturas produtivas entre os países em desenvolvimento são, em média, mais similares do que entre esses e os países desenvolvidos.

concentrado na aquisição das empresas privatizadas e nos setores não comercializáveis (comércio, serviços e intermediação financeira). Assim, no lugar de aproveitar o mercado interno mexicano com aplicação da capacidade produtiva, converteriam o país em uma plataforma exportadora altamente dependente de importações.

Tabela 16 - Índice de similaridade entre as matrizes doméstica e total do Brasil e do México

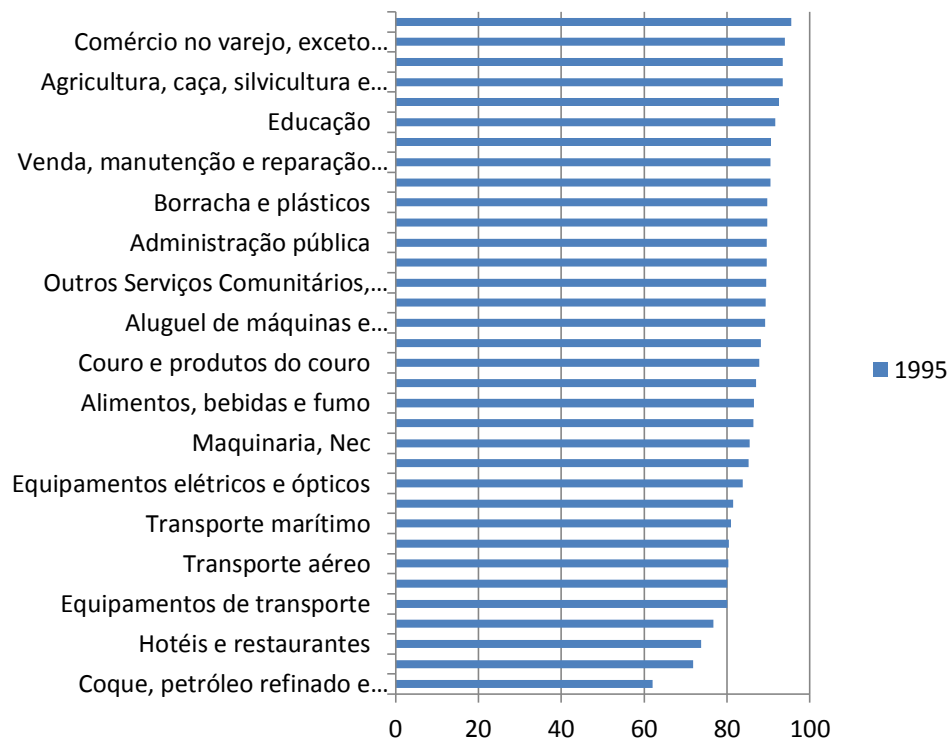
| Anos | Doméstica | Total |
|-------------|------------------|--------------|
| 1995 | 85.5 | 84.9 |
| 2000 | 86.1 | 84.8 |
| 2011 | 87.2 | 85.5 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

A análise setorial do índice de similaridade, a partir das matrizes domésticas, mostra com maiores detalhes em quais setores estão localizados os maiores valores. Embora os resultados dos gráficos 30 e 31 não sejam diretamente comparáveis aos resultados do capítulo anterior, tendo em vista as diferentes bases de dados para a construção das matrizes, chama a atenção como os resultados globais são influenciados em grande medida pelos setores de serviços, agropecuária, educação, administração pública, construção e têxteis e produtos têxteis. Na medida em que os setores tornam-se cada vez mais complexos do ponto de vista das tecnologias utilizadas nos processos produtivos ou dos insumos utilizados em sua produção o índice diminui de valor.

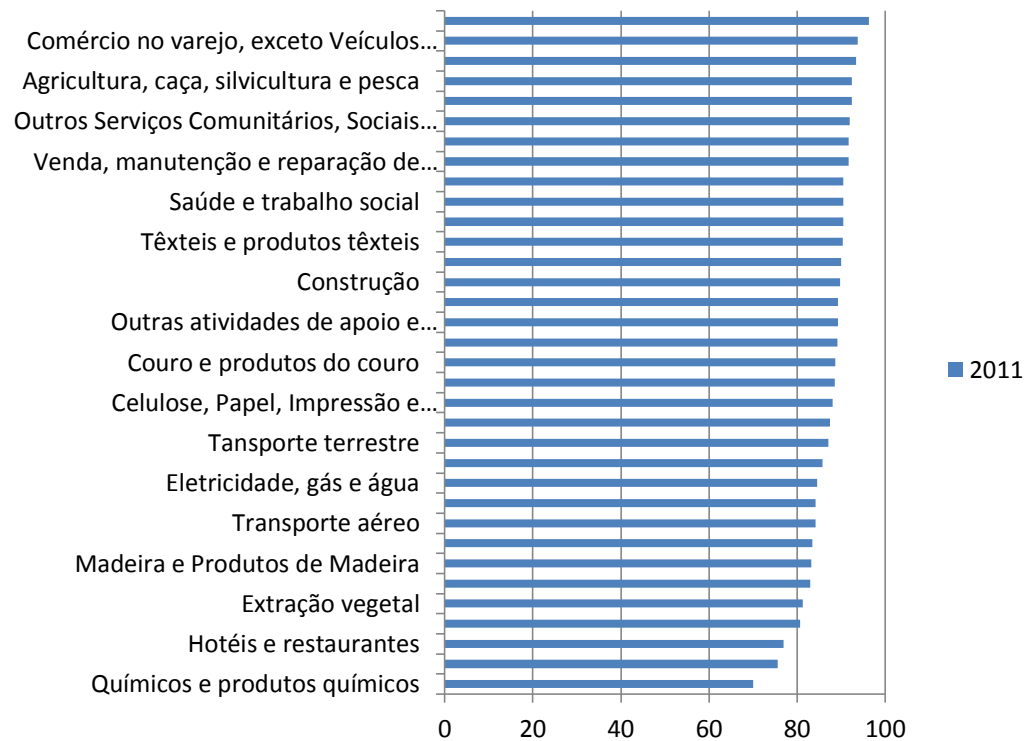
De acordo com Antille, Fontela e López (2000), para que duas estruturas (ou setores) econômicas sejam consideradas altamente similares, o índice de Le Masne (1988) deve estar entre 90 e 100, enquanto que valores entre 70 e 90 denotam estruturas com similaridade moderada e abaixo de 70 são estruturas consideradas pouco similares. Seguindo essa classificação, encontramos que, em 1995, 24 setores eram moderadamente similares, 9 eram altamente similares e apenas 1 era pouco similar (Coque, petróleo refinado e combustível nuclear). Já em 2011, 22 setores foram considerados moderadamente similares e 12 como altamente similares. Esses resultados indicam, novamente, como as estruturas de ambos os países tornaram-se crescentemente similares.

Gráfico 30 - Índice setorial de similaridade – 1995



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Gráfico 31 - Índice setorial de similaridade - 1995



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD

Uma das principais características dos processos de reestruturação produtiva do Brasil e do México, ocorridos no âmbito da abertura comercial e de integração nas CGV, foi o aumento do consumo intermediário importado⁷³. A argumentação era a de que os insumos importados seriam de melhor qualidade e menor preço, reduzindo, portanto, os custos produtivos. Era esperado que, passado um primeiro momento caracterizado por forte aumento das importações de insumos importados, estas diminuíssem progressivamente. Essa diminuição seria o resultado, por um lado, da diminuição dos investimentos em modernização das indústrias e, por outro lado, da internalização de determinadas etapas e processos (Barros e Goldenstein, 1997).

A análise comparada do Brasil e do México revela como as estruturas produtivas dos dois países dependem de forma diferenciada das importações de insumos importados. O primeiro fato que chama a atenção é como a estrutura produtiva mexicana depende em uma medida muito maior de insumos importados *vis-à-vis* a estrutura brasileira. Isso se reflete em uma taxa média de consumo intermediário importado da estrutura mexicana (24%, em 2011) que é o dobro da apresentada pela brasileira (12%, em 2011).

Na tabela 17, é possível verificar um grupo de setores, comum às duas estruturas, que possuem uma maior dependência dos insumos importados, quais sejam: coque, petróleo refinado e combustível nuclear, químicos e produtos químicos, borracha e plásticos, metais básicos e metais fabricados, maquinaria, equipamentos elétricos e ópticos e equipamentos de transporte. Esses são os setores que basicamente formaram o núcleo da ISI e que a partir do dismantelamento dessa estratégia de desenvolvimento foram progressivamente expostos à uma maior abertura comercial.

É interessante notar que esse grupo de setores, em conjunto com hotéis e restaurantes, madeira e produtos da madeira e extração vegetal, por exemplo, apresenta um menor grau de similaridade entre as duas estruturas produtivas. Em outras palavras, quanto maior o consumo intermediário importado, menor parece ser o índice de similaridade setorial⁷⁴. Em estudos realizados para as economias brasileira e mexicana

⁷³ Laplane e Sarti (1999, p.212), em um estudo sobre os fluxos de IDE no Brasil durante a década de 1990, afirmam que as estratégias de racionalização e modernização da estrutura produtiva ao longo dessa década provocaram i) “o abandono de linhas de produtos com escala de produção inadequadas e/ou com estruturas de custos não competitivas”, ii) “o aumento do processo de terceirização” e iii) “elevação do conteúdo importado decorrente da substituição de fornecedores locais por externos”. Os efeitos desse conjunto de estratégias adotadas pelas ETNs e algumas empresas nacionais só poderiam ser detectados no final da década de 1990 e ao longo da primeira década dos anos 2000.

⁷⁴ Segundo Aroche (2006), três seriam os fatores que determinam as modificações nos coeficientes técnicos das matrizes de insumo-produto: i) a mudança técnica, *per se*, que tem múltiplos determinantes,

entre as décadas de 1980 e de 1990, Oliveira Júnior (1999) e Ramos (1999) e Cardero e Aroche (2008), respectivamente, mostram como não houve significativas modificações estruturais no uso de insumos importados, com a possível exceção do setor brasileiro de extração de petróleo e gás. A redução no coeficiente de insumos importados nesse setor está relacionada à maturação dos investimentos realizados no II PND, resultado que confirma o estudo realizado por Castro e Souza (1985). Com exceção desse setor, os setores com maior presença de insumos intermediários importados em seu consumo intermediário eram basicamente os mesmos entre as décadas de 1980 e início da década de 1990.

como o desenvolvimento de novas linhas de produção pela invenção de novos produtos, a descoberta de novos fatores produtivos, a substituição de um insumo por outro e a substituição de processos; ii) a mudança na composição dos produtos que definem um setor ou uma indústria nas contas nacionais; e iii) as variações nos preços relativos.

Tabela 17 - Participação do consumo intermediário doméstico e importado no total, segundo o setor – Brasil e México (1995, 2005 e 2011, em % do total)

(continua)

| Setores | Brasil | | | | | | México | | | | | |
|---|--------|----|------|----|------|----|--------|----|------|----|------|----|
| | 1995 | | 2005 | | 2011 | | 1995 | | 2005 | | 2011 | |
| | CI | D | CI | M | CI | D | CI | D | CI | D | CI | M |
| Agricultura, caça, silvicultura e pesca | 97 | 3 | 97 | 3 | 96 | 4 | 87 | 13 | 84 | 16 | 74 | 26 |
| Extração vegetal | 71 | 2 | 74 | 26 | 79 | 21 | 97 | 3 | 96 | 4 | 96 | 4 |
| Comidas, bebidas e fumo | 96 | 4 | 98 | 2 | 96 | 4 | 86 | 14 | 86 | 14 | 79 | 21 |
| Têxteis e produtos têxteis | 90 | 10 | 92 | 8 | 85 | 15 | 73 | 27 | 48 | 52 | 52 | 48 |
| Couro e produtos do couro | 94 | 6 | 95 | 5 | 96 | 4 | 96 | 4 | 77 | 23 | 79 | 21 |
| Madeira e produtos da madeira | 99 | 1 | 9 | 2 | 98 | 2 | 83 | 17 | 67 | 33 | 71 | 29 |
| Celulose, papel, impressão e publicação | 92 | 8 | 95 | 5 | 93 | 7 | 73 | 27 | 69 | 31 | 68 | 32 |
| Coque, petróleo refinado e combustível nuclear | 92 | 8 | 91 | 9 | 88 | 12 | 88 | 12 | 79 | 21 | 51 | 49 |
| Químicos e produtos químicos | 78 | 22 | 77 | 23 | 64 | 3 | 60 | 40 | 54 | 46 | 38 | 62 |
| Borracha e plásticos | 92 | 8 | 91 | 9 | 88 | 12 | 44 | 56 | 42 | 58 | 39 | 61 |
| Outros produtos não-metálicos | 96 | 4 | 95 | 5 | 95 | 5 | 84 | 16 | 84 | 16 | 84 | 16 |
| Metais básicos e metais fabricados | 93 | 7 | 91 | 9 | 85 | 15 | 58 | 42 | 55 | 45 | 49 | 51 |
| Maquinaria, Nec | 81 | 19 | 71 | 29 | 61 | 39 | 19 | 81 | 18 | 82 | 15 | 85 |
| Equipamentos elétricos e ópticos | 80 | 2 | 63 | 37 | 58 | 42 | 21 | 79 | 17 | 83 | 13 | 87 |
| Equipamentos de transporte | 87 | 13 | 76 | 24 | 72 | 28 | 48 | 52 | 29 | 71 | 39 | 61 |
| Outras manufaturas | 96 | 4 | 91 | 9 | 89 | 11 | 78 | 22 | 77 | 23 | 77 | 23 |
| Eletricidade, gás e água | 97 | 3 | 98 | 2 | 97 | 3 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Construção | 100 | 0 | 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 1 |
| Venda, manutenção e reparação de veículos automóveis e motocicletos | 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 1 | 97 | 3 | 98 | 2 | 98 | 2 |
| Comércio por atacado | 98 | 2 | 97 | 3 | 98 | 2 | 100 | 0 | 99 | 1 | 99 | 1 |
| Comércio a varejo | 100 | 0 | 99 | 1 | 99 | 1 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Hotéis e restaurantes | 60 | 40 | 59 | 41 | 44 | 56 | 98 | 2 | 99 | 1 | 98 | 2 |

Tabela 18 - Participação do consumo intermediário doméstico e importado no total, segundo o setor – Brasil e México (1995, 2005 e 2011, em % do total)

(conclusão)

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Transporte terrestre | 97 | 3 | 96 | 4 | 96 | 4 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Transporte marítimo | 98 | 2 | 97 | 3 | 96 | 4 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Transporte aéreo | 98 | 2 | 97 | 3 | 97 | 3 | 42 | 58 | 64 | 36 | 59 | 41 |
| Outras atividades de apoio e auxiliares de transporte | 98 | 2 | 97 | 3 | 96 | 4 | 96 | 4 | 97 | 3 | 97 | 3 |
| Correios e Telecomunicações | 86 | 14 | 92 | 8 | 91 | 9 | 94 | 6 | 96 | 4 | 96 | 4 |
| Intermediação financeira | 99 | 1 | 97 | 3 | 97 | 3 | 95 | 5 | 95 | 5 | 94 | 6 |
| Atividades imobiliárias | 90 | 10 | 79 | 21 | 75 | 25 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Aluguel de máquinas e equipamentos | 96 | 4 | 94 | 6 | 93 | 7 | 94 | 6 | 97 | 3 | 96 | 4 |
| Administração pública | 97 | 3 | 98 | 2 | 96 | 4 | 39 | 61 | 44 | 56 | 36 | 6 |
| Educação | 70 | 30 | 74 | 26 | 76 | 24 | 9 | 5 | 9 | 3 | 97 | 3 |
| Saúde e trabalho social | 96 | 4 | 97 | 3 | 96 | 4 | 95 | 5 | 91 | 9 | 93 | 7 |
| Outros serviços | 99 | 1 | 99 | 1 | 99 | 1 | 75% | 25 | 87 | 13 | 82 | 18 |
| Média | 91 | 9 | 90 | 10 | 88 | 12% | 80 | 20 | 78 | 22 | 76 | 24 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

OBS: CI_D = consumo intermediário doméstico, CI_M = consumo intermediário importado e Nec = não especificada

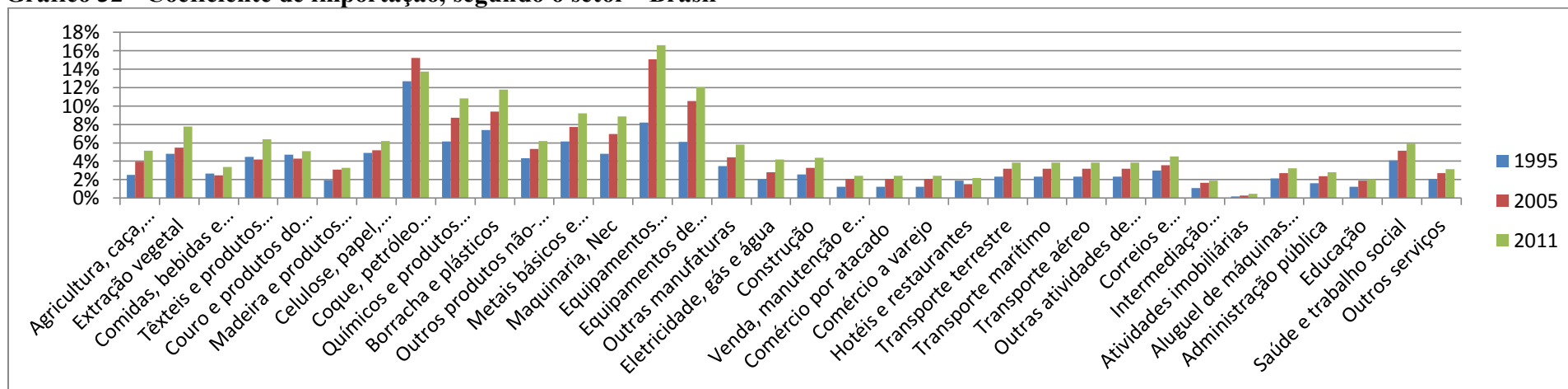
A crescente presença de insumos intermediários importados nas estruturas produtivas implicou em novos padrões de articulação entre os setores. Por sua vez, o padrão de interdependência entre os setores determina o impacto agregado e setorial dos choques e dos estímulos que cada setor é capaz de propagar no interior da estrutura produtiva. A mudança estrutural reflete a evolução da interdependência entre os diversos setores, o que também gera novas hierarquias entre os setores na composição do produto e novos indicadores da integração entre os setores da economia.

Como apontado por Hirschman (1961) e Chenery (1980), uma das fontes desse processo de mudança estrutural advém das modificações originadas no comércio exterior dos países. Na argumentação dos dois autores, as mudanças estruturais seriam o resultado da capacidade dessas estruturas produtivas em se adaptarem às transformações do comércio internacional. A pauta de exportações de um país deveria refletir, até determinado ponto, a capacidade dos setores domésticos se inserirem dinamicamente no comércio internacional. E as importações introduziriam novas técnicas dentro da estrutura produtiva, através da transferência de tecnologias (Fajnzylber, 1983).

Os processos de abertura comercial adotados ao longo das décadas de 1980 e 1990 aprofundaram padrões de comércio exterior originários do período de ISI. A internacionalização da produção e o crescimento das CGV parecem ter aprofundado ainda mais os padrões de comércio exterior do Brasil e do México. O resultado desse amplo processo de mudanças foi o descompasso entre o ritmo de crescimento das exportações e o das importações. O aumento das importações de partes, peças e acessórios estaria relacionado, de um lado, às estratégias defensivas das empresas nacionais frente à maior concorrência, e, de outro, à utilização da rede de fornecedores estrangeiros pelas empresas transnacionais (Britto, 2002). Essas diferentes dinâmicas das exportações e das importações apontam para o fato de que a dependência de ambas as economias em relação a setores tradicionalmente exportadores para gerar superávits comerciais se acentuou após o período de abertura comercial e de integração nas CGV⁷⁵.

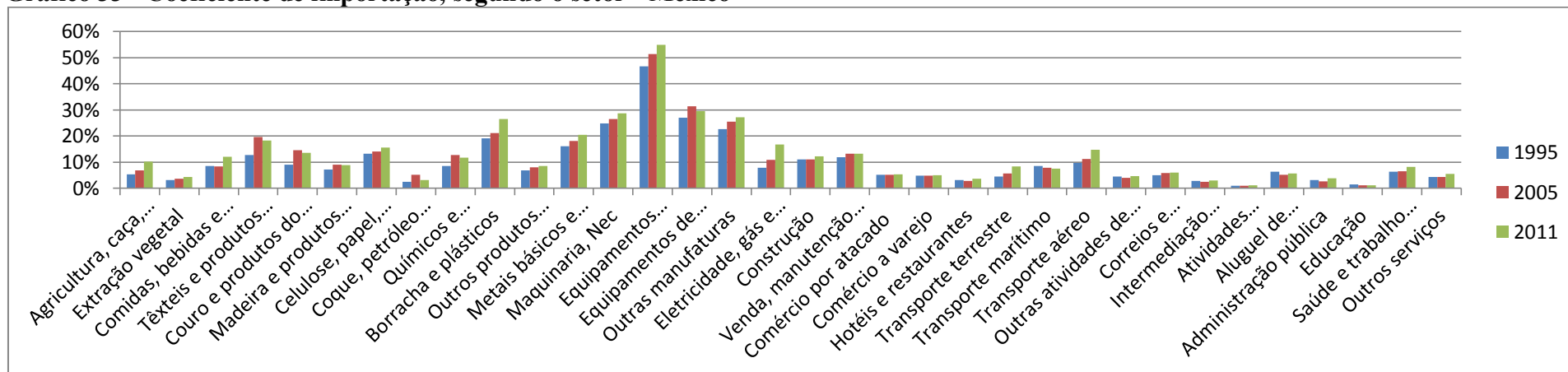
⁷⁵ Fraga-Castillo e Moreno-Brid (2016) apontam que, em média, no período de 1970-2012 as importações mexicanas cresceram dois pontos percentuais a mais do que as suas exportações, enquanto que no caso do Brasil, suas importações não superaram o 1% das suas exportações. Contudo, como os autores mostram, no período entre 1990 e 2012, a taxa de crescimento média das importações brasileiras supera em muito o ritmo de crescimento de suas exportações.

Gráfico 32 - Coeficiente de importação, segundo o setor - Brasil



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Gráfico 33 - Coeficiente de importação, segundo o setor - México



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Os gráficos 32 e 33 indicam que depois do término do processo de reestruturação industrial (anos 90) e da integração nas CGV (anos 2000) ocorreu um aumento no coeficiente importado de ambas as economias. Esse aumento foi verificado para todos os setores das economias brasileira e mexicana. Novamente chama a atenção que os maiores coeficientes estejam concentrados nos setores de equipamentos de transporte, equipamentos elétricos e ópticos, maquinaria não especificada, outras manufaturas, borracha e plásticos, metais básicos, químicos e produtos químicos. O caso do setor de coque, petróleo refinado e combustível nuclear constitui uma exceção, uma vez que apresenta um dos maiores coeficientes de importação para o Brasil, enquanto no caso do México mostra um dos menores coeficientes entre todos os setores. Esse é um dos setores menos similares, de acordo com o índice de Le Masne, entre as duas economias.

É notável que, apesar das mudanças macroeconômicas assinaladas anteriormente e dados os efeitos cambiais inerentes a essas políticas, os setores que mais contribuíram para o aumento do conteúdo de insumos importados e do coeficiente de importação sejam basicamente os mesmos entre 1995 e 2011. Em outras palavras, parece haver certa invariância no padrão de importação das economias brasileira e mexicana. Os acordos regionais, Mercosul e TLCAN, e a inserção nas CGV parecem apenas aprofundar características herdadas do período de ISI. Uma dessas características parece ser, como apontado por Squeff (2015) analisando o caso do Brasil entre 1995 e 2009 e Cardero e Aroche (2008) para o caso do México, a rigidez da oferta doméstica em atender à expansão da demanda.

Para os autores citados acima, Squeff (2015) e Cardero e Aroche (2008), a rigidez da oferta doméstica seria a consequência imediata da perda de densidade em algumas cadeias produtivas da economia brasileira e mexicana. Isso revela certa inconsistência entre o comportamento microeconômico das ETNs e os resultados macroeconômicos. Por um lado, a busca por aquisição de partes, peças e componentes importados atende às necessidades de reestruturação e modernização das linhas de produção, mas, por outro lado, implica em uma pressão sobre o balanço de pagamentos e provoca certa rigidez na pauta de produtos exportados pelos países. Esses dois últimos fenômenos estão intimamente relacionados. Por outro lado, dado o caráter estrutural dos insumos importados, ambos os países devem aumentar as exportações em setores

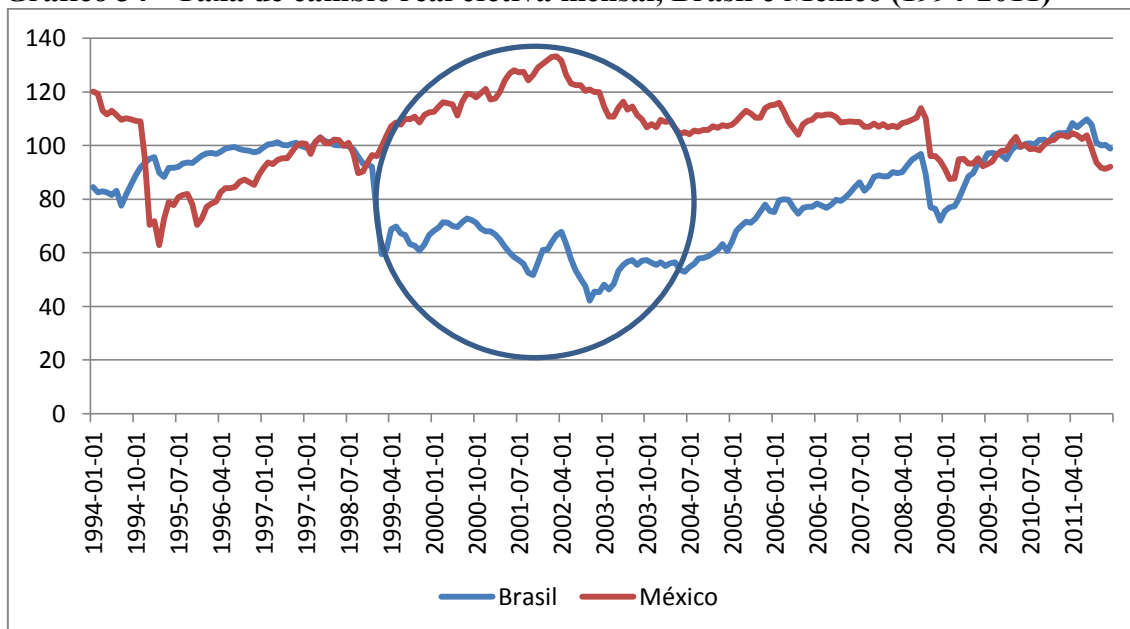
tradicionalmente exportadores, sob o risco de terem como resultado um crescimento do déficit em transações correntes⁷⁶.

Conforme apontado por Coutinho (1997), Britto (2002), Kupfer (2005) e Moreno-Brid e Ros (2010), a tendência de aumento do consumo de insumos intermediários importados foi uma característica de toda a década de 1990 e dos anos 2000, particularmente no período de aumento da atividade industrial. Em que medida essa tendência está relacionada com os sucessivos períodos de valorização cambial verificados em ambos os países é uma questão ainda em aberto na literatura que trata desse tema, com resultados mistos a depender do setor em análise. Fato é que a valorização cambial foi utilizada no Brasil e no México como mecanismo de ajuste e de estabilização dos preços, ainda que tenham exercido diferentes influências nas respectivas economias.

O gráfico 34 mostra como a taxa de câmbio real efetiva do México esteve sistematicamente mais valorizada do que a brasileira. Os dois únicos períodos nos quais a taxa de câmbio brasileira esteve mais desvalorizada do que a mexicana foram entre 1994-1997 e entre 2010-2011. A grande divergência entre as taxas de câmbio ocorre a partir de 1999, quando o Brasil sai do regime de bandas cambiais para o regime de câmbio flutuante administrado. O ponto a ser destacado no gráfico é a manutenção, por período prolongados, de taxas de câmbios valorizadas. Para o Brasil, a partir de 2004 verifica-se o início de uma forte valorização no câmbio, respondendo a uma mudança na direção da política macroeconômica, que passaria a utilizar a valorização cambial como mecanismo de elevação dos salários. Segundo Serrano e Summa (2015), no período de 2004 a 2010, caracterizado por forte crescimento da economia brasileira, a valorização da taxa de câmbio passou a ser utilizada para controlar a inflação e, dessa forma, aumentar os salários reais e a taxa de crescimento do consumo das famílias.

⁷⁶ Segundo Cardero e Galindo (2005), a economia mexicana não atingiu a taxa de crescimento de equilíbrio que é compatível com o equilíbrio da conta corrente. Isso significa que a liberalização comercial, ainda que tenha gerado um forte aumento na taxa de crescimento das exportações, não aliviou a restrição externa do país.

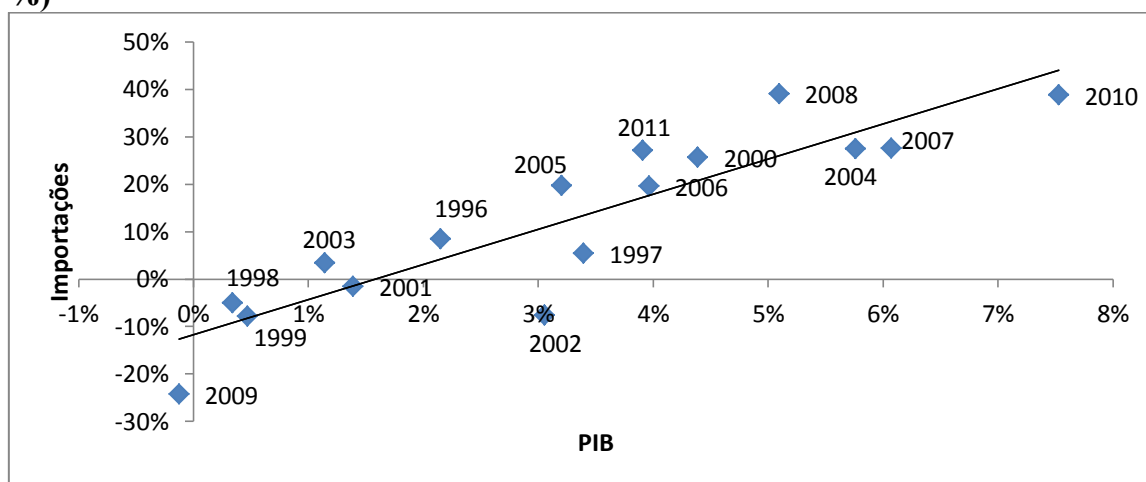
Gráfico 34 - Taxa de câmbio real efetiva mensal, Brasil e México (1994-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados do *Federal Reserve Bank of St. Louis*.

Os Gráficos 35 e 36 mostram a existência de uma forte correlação entre a variação anual do PIB e a taxa de crescimento das importações para as economias brasileira e mexicana, não apenas para a década de 1990, mas também ao longo dos anos 2000. Nos anos 2000, essa relação é mais forte para a economia brasileira em comparação à mexicana. Os resultados indicam como as maiores taxas de crescimento verificadas pela economia brasileira parecem determinar uma rápida taxa de crescimento das importações, quando comparamos com a economia mexicana.

Gráfico 35 - Variação anual do PIB e das importações (1996-2011), Brasil - (Em %)

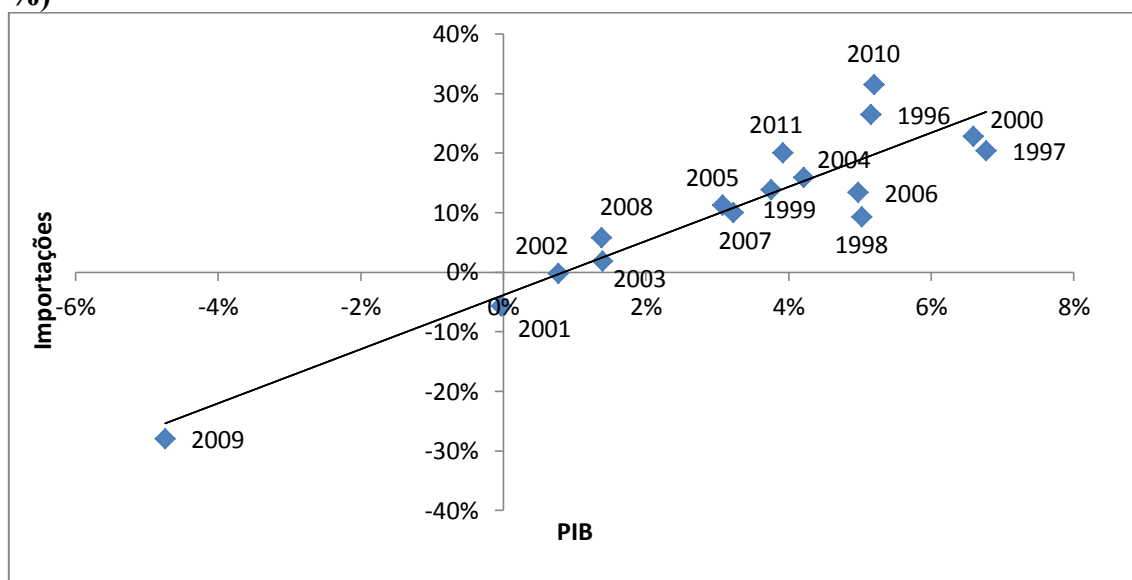


Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD e da CepalStat.

No caso do México, o estreitamento das relações comerciais com a economia dos Estados Unidos determina em grande medida o comportamento do PIB e das importações (Moreno-Brid, 2007). De acordo com Cardero e Galindo (2005), o TLCAN introduziu importantes requerimentos de conteúdo regional para os produtos, especialmente para os da indústria automotiva e incluindo uma parte da rede de produção das *maquiladoras*. Isto teria fragilizado a rede produtiva doméstica, que anteriormente ofertava insumos para a produção interna. Ainda de acordo com os autores, além de construir um enclave exportador fortemente sustentado por importações, a rápida diminuição das tarifas de importação resultou na falência de uma grande quantidade de empresas e de setores completos, que anteriormente ofertavam para o mercado doméstico e exportavam parte da produção.

A análise comparada dos gráficos 35 e 36 permite verificar que, ao longo dos anos 2000, o aceleração do crescimento do PIB brasileiro implicou em um crescimento mais do que proporcional das importações *vis-à-vis* o caso mexicano. Enquanto a taxa média de crescimento do PIB brasileiro foi de 4% e das importações de 16%, a taxa média de crescimento do PIB do México foi de 2% e das importações de 8%. Isso indica que, passado o período de liberalização comercial e dos seus efeitos mais imediatos em termos de redução tarifária, possivelmente o grau de articulação inter-setorial da estrutura produtiva brasileira tenha apresentada profundas modificações no período mais recente.

Gráfico 36 - Variação anual do PIB e das importações (1996-2011), México - (Em %)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD e da CepalStat.

As Tabelas 19 e 20 mostram as contribuições na variação das exportações e das importações totais para alguns setores das economias⁷⁷. Do lado das importações, os setores que mais contribuíram para o aumento das importações entre 1995 e 2011 foram, para o Brasil, equipamentos de transporte, químicos e produtos químicos, coque, petróleo refinado e combustível nuclear, equipamentos elétricos e ópticos e metais básicos. Para o México, a contribuição esteve fundamentalmente concentrada nos setores de equipamentos elétricos e ópticos, equipamentos de transporte, construção e comidas, bebidas e fumo.

A análise pelo lado das exportações revela, porém, dois padrões distintos. Enquanto que no caso brasileiro os setores que mais contribuíram para o crescimento das exportações foram os setores baseados em recursos naturais, como a agropecuária, extração vegetal e comidas, bebidas e fumo, no caso mexicano a contribuição concentra-se nos setores de equipamentos de transporte, equipamentos elétricos e ópticos e extração vegetal. Esses resultados indicam que a prevalência de um comércio intra-industrial parece ser maior no caso do México do que no do Brasil.

A análise por sub-períodos mostra como os setores que mais contribuíram na variação das exportações e importações são basicamente os mesmos entre 1995 e 2011. Além disso, é digno de nota que as maiores contribuições na variação das importações,

⁷⁷ A contribuição setorial foi calculada da seguinte forma: $\frac{(m_{1995}^i - m_{2011}^i)}{(m_{1995}^t - m_{2011}^t)}$.

para ambos os países, estejam concentradas em setores de maior conteúdo tecnológico e maior elasticidade-renda, como equipamentos eletrônicos, material elétrico, peças e outros veículos. Contudo, as exportações brasileiras diferem marcadamente das mexicanas, uma vez que estão concentradas nas indústrias tradicionais, de menor conteúdo tecnológico e menor elasticidade-renda. Chama a atenção que mesmo no período imediatamente posterior à crise financeira de 2008, a contribuição às exportações dos setores tradicionais do Brasil continuam a crescer, ocorrendo o mesmo no setor de equipamentos de transporte do México.

Se esse comportamento do comércio exterior resultou ou não em um menor interdependência e/ou complexidade das estruturas produtivas do Brasil e do México é uma questão que procuraremos responder na próxima seção, preenchendo, assim, uma lacuna dos estudos multissetoriais: a construção de um indicador sintético que possibilite averiguar o grau de complexidade das estruturas produtivas.

Tabela 19 - Contribuição na variação das importações totais, segundo o setor (em %) - Brasil e México

| Setores | Brasil | | | | | México | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-2011 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2008 | 2008-2011 | 1995-2011 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2008 | 2008-2011 |
| Agricultura, caça, silvicultura e pesca | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 5 |
| Extração vegetal | 6 | 2 | 7 | 3 | 12 | 3 | 1 | 3 | 2 | 8 |
| Comidas, bebidas e fumo | 4 | 2 | 1 | 4 | 5 | 8 | 4 | 8 | 12 | 11 |
| Coque, petróleo refinado e combustível nuclear | 8 | 13 | 16 | 12 | -4 | 1 | 1 | 4 | 1 | -3 |
| Químicos e produtos químicos | 7 | 15 | 9 | 10 | 2 | 3 | 3 | 8 | 3 | -5 |
| Metais básicos e metais fabricados | 5 | -1 | 11 | 8 | -1 | 7 | 4 | 9 | 10 | 6 |
| Maquinaria, Nec | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| Equipamentos elétricos e ópticos | 6 | 16 | 5 | 5 | 5 | 21 | 28 | 19 | 15 | 17 |
| Equipamentos de transporte | 9 | 12 | 14 | 10 | 6 | 14 | 19 | 5 | 12 | 14 |
| Construção | 5 | 4 | 0 | 4 | 10 | 9 | 9 | 10 | 11 | 3 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Tabela 20 - Contribuição na variação das exportações totais, segundo o setor (em %) - Brasil e México

| Setores | Brasil | | | | | México | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-2011 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2008 | 2008-2011 | 1995-2011 | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2008 | 2008-2011 |
| Agricultura, caça, silvicultura e pesca | 12 | 8 | 8 | 11 | 19 | 2 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| Extração vegetal | 15 | 9 | 13 | 21 | 11 | 18 | 8 | 30 | 25 | 18 |
| Comidas, bebidas e fumo | 18 | -18 | 19 | 15 | 26 | 3 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| Coque, petróleo refinado e combustível nuclear | 4 | 11 | 5 | 7 | -1 | 2 | 0 | 3 | 5 | -1 |
| Químicos e produtos químicos | 5 | 6 | 4 | 4 | 6 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 |
| Metais básicos e metais fabricados | 7 | -11 | 11 | 10 | 1 | 9 | 2 | 10 | 13 | 15 |
| Maquinaria, Nec | 3 | -1 | 6 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| Equipamentos elétricos e ópticos | 3 | 21 | 3 | 2 | 3 | 21 | 32 | 18 | 19 | 6 |
| Equipamentos de transporte | 8 | 57 | 13 | 8 | -2 | 25 | 21 | 14 | 21 | 46 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

3.4 A complexidade estrutural sob o signo da fragmentação produtiva: uma análise dos impactos das redes globais/regionais de produção na articulação inter-setorial

De acordo com Puchet e Solís (2013), a discussão sobre os processos de industrialização posterior ao período de ISI se bifurcou em duas rotas. Na América Latina, se associou ao esgotamento do padrão de crescimento liderado pelo Estado e que a nova divisão internacional do trabalho, surgida depois do segundo choque do petróleo, em 1979, conduziria a região a um processo de perda de densidade das estruturas produtivas ou de elos em várias cadeias produtivas. Nos países de industrialização tardia, como a Coreia do Sul, a industrialização foi considerada como resultado do padrão de crescimento liderado pelas exportações de manufaturas de alta intensidade tecnológica.

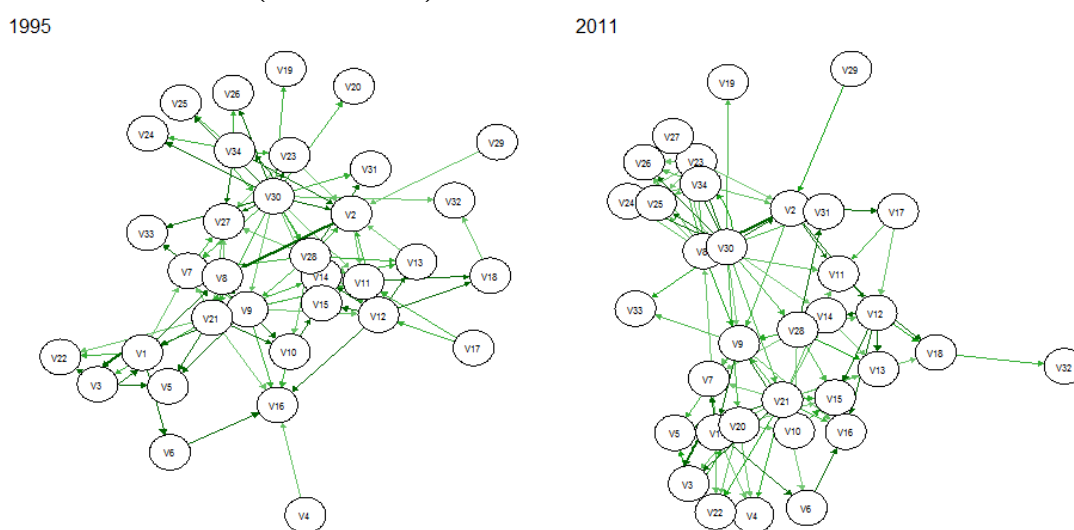
Nos casos do Brasil e do México, as reformas macroeconômicas iniciadas na década de 1980 modificaram as estratégias de desenvolvimento de ambas as economias, com o abandono da ISI. Essas mudanças resultaram em dois diferentes padrões de comércio exterior, mas com um ponto em comum a esses diferentes padrões: a repercussão muito limitada dos setores de bens comercializáveis sobre o emprego e o valor agregado domésticos. Em outras palavras, o comércio exterior dos países tendeu a perder a capacidade de ser um veículo para a emergência de mudanças estruturais. Os padrões de comércio exterior gestados na década de 1990 e ao longo dos anos 2000 tenderam a aprofundar a dependência das estruturas produtivas em relação aos insumos intermediários importados, que, por sua vez, tendeu a tornar mais rígidas as pautas exportadoras.

A fragmentação dos processos produtivos e sua consequente dispersão geográfica impulsionaram um intrincado arcabouço relacional no qual comércio internacional, serviços de suporte às atividades centrais das empresas e IDE são atualmente em grande parte indissociáveis. O processo de fragmentação produtiva supõe que as indústrias atravessem vários países e disseminem tarefas e sub-processos nos distintos países. Estas transformações no comércio internacional impõem compreender as transações interindustriais como um conjunto de fluxos, que se dividem em segmentos situados em cada país. Nesse contexto, não apenas a produção voltada ao mercado doméstico requer uma proporção cada vez maior de insumos importados, mas também o conteúdo importado das exportações aumentou ao longo das últimas duas décadas.

A literatura sobre as CGV raramente avança no entendimento dos impactos da crescente fragmentação produtiva sobre a complexidade das estruturas produtivas. Contudo, é possível supor que uma das consequências dessa dispersão geográfica dos processos produtivos seja uma mudança concomitante na estrutura de interdependência entre os setores domésticos (Romero, Dietzenbacher e Hewings, 2009). Isso porque os efeitos de retroalimentação entre os setores são parcialmente perdidos pela maior presença de insumos importados.

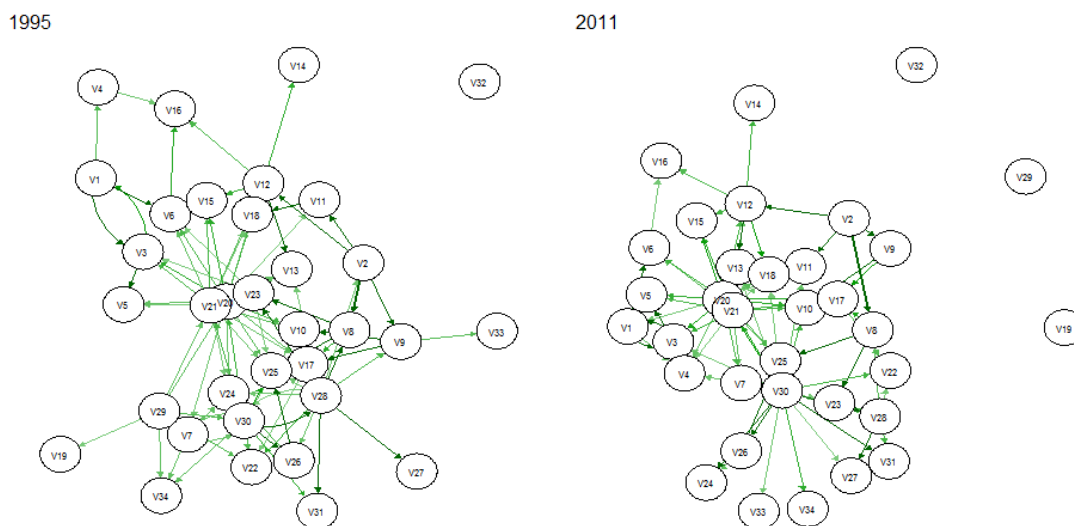
Uma forma didática de entendermos esse fenômeno da interdependência entre os setores é por meio da utilização de grafos orientados e ponderados. Os dois grafos abaixo foram construídos a partir do algoritmo desenvolvido por Fruchterman e Reingold (1991), utilizando um filtro que é o inverso do número de setores, como sugerido por Aroche (1993). A utilização do filtro permite colocar em evidência as principais relações interindustriais das economias, ainda que esse procedimento resulte em uma perda de informações. A ideia básica do algoritmo é a de que a localização dos vértices depende do número de ligações estabelecidas entre eles. Os vértices localizados no centro dos grafos são aqueles que possuem as maiores forças centripetas e centrifugas. As figuras 17 e 18 apresentam grafos orientados e ponderados para as estruturas produtivas do Brasil e do México entre 1995 e 2011.

Figura 17 - Grafos das estruturas produtivas e de suas redes de influências diretas e indiretas - Brasil (1995 e 2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Figura 18 - Grafos das estruturas produtivas e de suas redes de influências diretas e indiretas - México (1995 e 2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

A partir desses grafos é possível calcular dois indicadores, o diâmetro do grafo e as trajetórias mais curtas entre pares de vértices (*shortest paths between vertices*), globais que ajudam a entender a evolução das estruturas produtivas do Brasil e do México. O diâmetro de um grafo calcula a maior distância geodésica entre quaisquer pares de vértices, enquanto a métrica das trajetórias mais curtas entre dois pares de vértices é uma medida da trajetória com o número mínimo de vértices. A ideia é que a distância seja refletida pelo número de passos necessários para que o estímulo originado em um setor afete os demais setores. Ambas as métricas fornecem medidas do tempo e do custo do ajustamento, e, conseqüentemente, da complexidade do sistema. Assim, é esperado que em sistemas mais complexos a influência propagada por um setor demore mais tempo para influenciar os demais setores, dado o maior grau de articulação entre os setores e maior o peso das relações circulares.

Em primeiro lugar, percebe-se que a utilização do filtro, no caso da economia mexicana, provoca a desconexão do vértice V32 (educação), em 1995, e dos vértices V32 (educação), V29 (atividades imobiliárias) e V19 (venda, manutenção e reparação de veículos automóveis e motocicletas), em 2011. No caso do Brasil, a utilização do filtro não provoca desconexão entre os pares de vértices dos grafos. Isso é um indicativo, ainda que superficial, de que a economia brasileira é mais interdependente do que a mexicana.

O diâmetro de um grafo mede quão próximos estão os dois vértices mais distantes, fornecendo uma ideia de quão próximos estão os setores. Isso significa que a estrutura é caracterizada pelos circuitos curtos ou pelas circularidades parciais, ou seja, pelas distâncias mais curtas entre os setores. Lantner (1972b) e Lantner e Lebert (2013) afirmam que essas circularidades parciais são caminhos não-hamiltonianos que diminuem o valor do determinante e, portanto, indicam uma maior complexidade da estrutura. Na análise comparada entre o Brasil e o México percebe-se que o diâmetro da estrutura produtiva brasileira é menor do que a mexicana, enquanto as *shortest paths between vertices* são temporalmente maiores na estrutura brasileira *vis-à-vis* a estrutura mexicana (tabela 20).

Se a distância entre os pares de vértices mais próximos diminuiu para ambos os países, esses resultados indicam que o tempo e o custo do ajustamento é maior na economia brasileira do que na mexicana. A utilização dessa métrica possibilita entender como ambas as estruturas diminuíram suas complexidades entre o período de abertura comercial/assinatura de acordos comerciais e a inserção CGV.

Tabela 21 - Diâmetro e distância dos grafos do Brasil e do México - 1995 e 2011

| | Diâmetro | Distância |
|--------|----------|-----------|
| Brasil | | |
| 1995 | 0.79 | 2.68 |
| 2011 | 0.30 | 2.60 |
| México | | |
| 1995 | 0.86 | 2.00 |
| 2011 | 0.82 | 1.39 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Essas métricas têm uma aplicação direta para medir os efeitos da fragmentação produtiva sobre a complexidade dos sistemas produtivos. Por um lado, a fragmentação espacial induz a deslocalização da produção para outros países (ou regiões). As redes de produção que anteriormente eram realizadas em quase a sua totalidade em um único país são “fatiadas” e dispersas em vários países. Conseqüentemente, a complexidade e as interdependências dos sistemas produtivos podem ou não diminuir nesses países que participam mais ativamente das CGV. Nos países que atraem essas atividades, a complexidade das estruturas produtivas, o tamanho dos efeitos indiretos e a distância entre os vértices tende a ser maior.

As profundas transformações pelas quais passaram as economias do Brasil e do México nas últimas duas décadas resultaram na elaboração de vários estudos que relacionam os efeitos das mudanças no comércio exterior sobre o grau de articulação das economias. Nesses trabalhos é argumentado que os processos de liberalização comercial e de inserção nas CGV provocaram uma perda de densidade nas estruturas produtivas. Vários indicadores são utilizados para captar essa perda de complexidade estrutural, tais como multiplicadores do emprego, do produto, porcentagem das transações intermediárias, autovalores dominantes, entre outros (Lopes, Dias e Amaral, 2008). A utilização do índice de circularidade, como uma medida para aferir a complexidade estrutural, possibilita uma leitura complementar a esses indicadores mais clássicos (Lantner e Carluer, 2004). A vantagem inerente a esse indicador é a capacidade de sintetizar toda a rede de interrelações ou de circuitos presente em uma estrutura de trocas, além de podermos decompô-lo em outros indicadores (taxa de autarquia, taxa de dependência e taxa de interdependência).

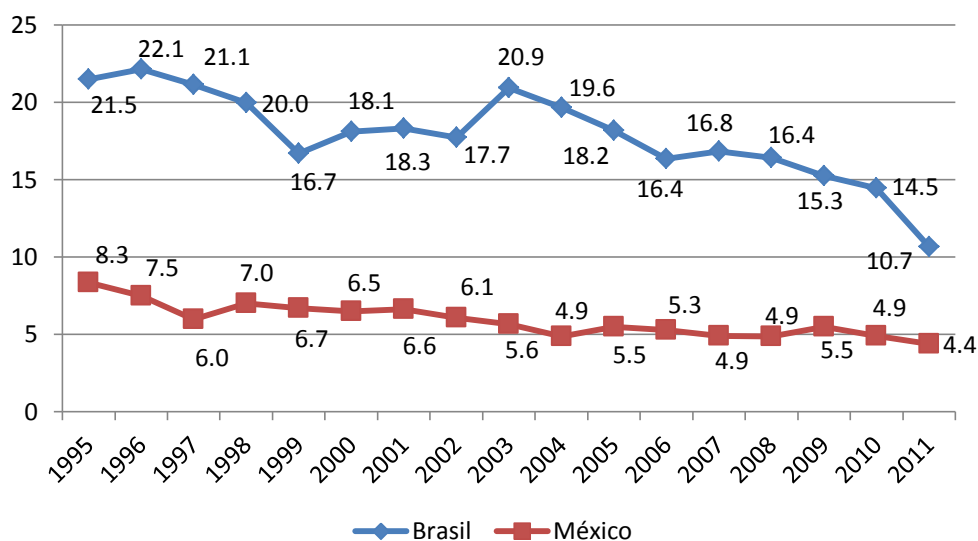
A questão posta é saber se a circularidade estrutural pode servir como um indicador do grau de complexidade e de desenvolvimento de uma economia determinada. Uma circularidade muito elevada, traduzindo os efeitos de retorno ou de retroalimentação mais importantes, significa um crescimento da articulação inter-setorial, que Marée e Defourny (1978) interpretam como um fator favorável ao desenvolvimento. Implícita nessa argumentação está a ideia de que é necessário montar o quebra-cabeças da matriz inter-industrial ou a integração vertical entre os setores. Leontief (1985) definiu uma economia em desenvolvimento como aquela que carece de partes do sistema produtivo. Desse modo, espera-se que à medida em que uma economia se desenvolva a quantidade de entradas nulas na matriz de insumos diminua também e que a complexidade do sistema aumente (Stolka, 1983).

O gráfico 37 abaixo mostra a evolução do índice de circularidade estrutural ou de complexidade para o Brasil e para o México entre 1995 e 2011. Os resultados para ambos os países parecem confirmar os estudos que apontam para uma perda de densidade das estruturas produtivas brasileira e mexicana (Coutinho, 1997; Carneiro, 2002; Kupfer, 2005; Puchet e Solís, 2013). É possível perceber que o efeito imediato da assinatura de acordos regionais (Mercosul e TLCAN), associado às reduções tarifárias e às valorizações cambiais no Brasil e no México (Puyana e Romero, 2007) ao longo da segunda metade da década de 1990 e nos anos 2000, provocaram uma rápida diminuição no índice. Para o Brasil o índice sai de 21.5, em 1995 e atinge 16.7, em

1999, enquanto no México a queda foi de 8.3 para 6.7 no mesmo período. Isso representou uma queda de 22% no índice para a economia brasileira e 20% para a economia mexicana. No sub-período de 2000 a 2003 o índice tem uma evolução diferenciada para ambas as economias. No caso do Brasil, há um crescimento de 16%, enquanto o índice para a economia mexicana cai 13%. Dois eventos ocorridos na economia brasileira podem ajudar a explicar esses diferentes comportamentos: o fim do regime de câmbio fixo (bandas cambiais), que determinou uma desvalorização cambial, e a crise econômica desencadeada na economia argentina e depois, em 2001-2002, na economia brasileira.

A partir de 2004 ambos os índices caem, mas com ritmos bastante diferenciados. Entre 2004 e 2008, o índice para a economia brasileira cai 16% e o índice de global de circularidade para o México tem um crescimento praticamente nulo (0,003%). Para o sub-período que engloba a crise financeira e o pós-crise (2009-2011), há uma queda de 30% para o índice de circularidade do Brasil e de 20% para o México. Tomando todo o período, as quedas são de 50.4% e 47.4% para o Brasil e para o México, respectivamente.

Gráfico 37 - Índice global de circularidade – Brasil e México (1995-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

A diminuição no índice de circularidade para os dois países indica uma diminuição no peso das relações circulares, ou seja, os efeitos multiplicadores das trajetórias entre os setores tendeu a diminuir ao longo do período. Em linguagem da teoria dos grafos podemos dizer que as estruturas passaram a ser caracterizadas pelo

crescente predomínio de caminhos ou trajetórias elementares em detrimento dos circuitos ou ciclos hamiltonianos. Vale lembrar, que caminhos elementares são aqueles que partem de um setor i e chegam ao setor j sem qualquer retorno a i , enquanto que um circuito ou ciclo hamiltoniano é aquele no qual todos os vértices são visitados uma única vez. Isso indica que um estímulo qualquer advindo da demanda pelo bem do setor i se propagará de forma mais rápida até o setor j . O caminho ligando os dois setores foi simplificado pela diminuição ou supressão dos efeitos de retroalimentação entre alguns setores, devido, por exemplo, às importações.

Como afirma Lantner (1972b), tudo aquilo que entrava a propagação de um choque exógeno entre os setores diminui o valor do determinante, aumentando, assim, o peso das circularidades no interior da estrutura. Os auto-consumos setoriais e as circularidades parciais (circuitos não-hamiltonianos), uma vez que bloqueiam a propagação da influência exógena, são os dois fenômenos que aumentam os efeitos de retroalimentação no sistema. Dito de outro modo, um circuito hamiltoniano permite a passagem, sem interrupção ou efeitos de bloqueio, da influência entre dois setores quaisquer da estrutura, uma vez que cada setor é visitado apenas uma única vez. Já a autarquia e os circuitos não-hamiltonianos têm por característica retardar a influência de um setor i ao setor j .

Depois de medir e analisar os efeitos induzidos pelo conjunto dos circuitos da estrutura, podemos decompor o índice de circularidade estrutural em três indicadores: taxa de autarquia, taxa de interdependência e taxa de triangularidade ou de dependência. Isso significa dizer que é possível medir, por um lado, a circularidade imputável apenas aos circuitos de comprimento superior ou igual a dois e, por outro lado, aqueles imputáveis apenas aos circuitos de comprimento igual a um, a saber os *loops*. Esse procedimento de decomposição é interessante na medida em que torna-se possível determinar se a amplificação de uma influência na estrutura resulta da demanda inter-setorial dos bens e serviços, isto é, da articulação que se estabelece entre os setores de uma economia, ou das relações intrassetoriais.

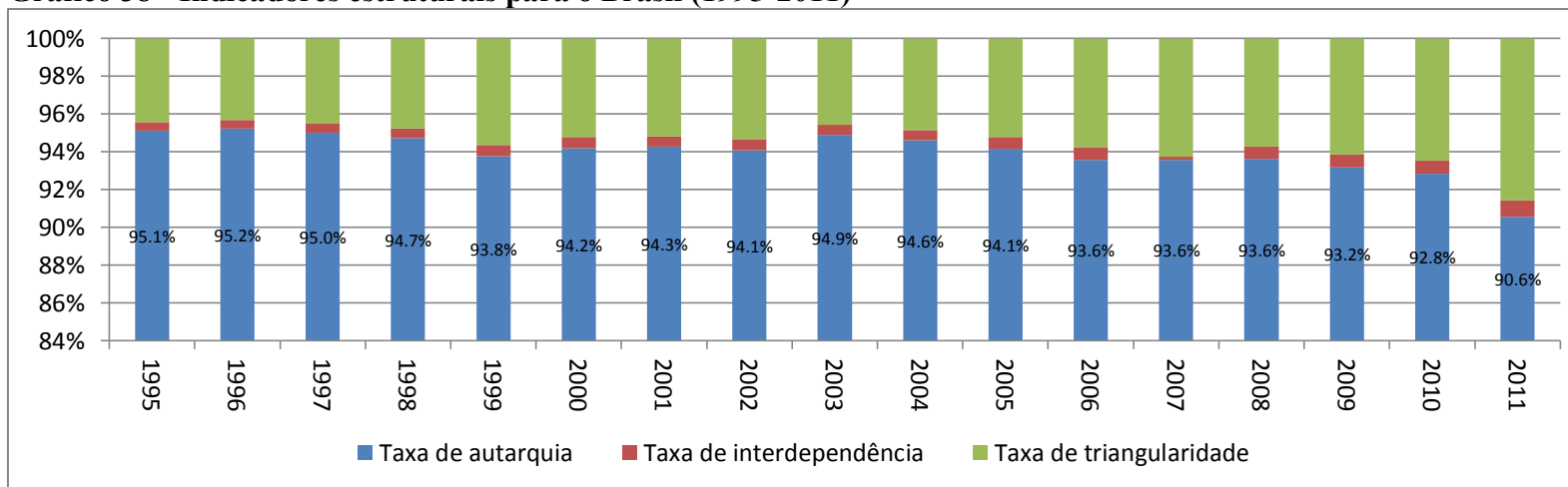
Para ambas as economias fica evidente que a maior parte dos efeitos de retorno é devida aos auto-consumos dos setores, embora essa tendência seja decrescente ao longo do período. A queda na taxa de autarquia é mais pronunciada na economia mexicana (9%) do que na economia brasileira (4.5%). A queda na taxa de autarquia torna-se mais forte mais ao longo dos anos 2000, indicando que o peso do consumo intrassetorial caiu como proporção do valor da produção. À essa queda na taxa de

autarquia correspondeu um aumento concomitante, embora diferenciado, das taxas de interdependência e de triangularidade/dependência (Gráficos 38 e 39).

O aumento nas taxas de triangularidade/dependência para ambas as economias serve como um indicador indireto para mostrar a perda de relações circulares no interior das estruturas. O processo de triangularização de matrizes implicar encontrar um permutação sobre linhas e colunas das tabelas de insumo-produto, tal que as indústrias ofertando principalmente para a demanda final aparecerão na parte superior na nova hierarquia industrial, enquanto aquelas indústrias ofertando principalmente insumos intermediários – as chamadas indústrias básicas – aparecerão na direção inferior da hierarquia. A orientação unívoca dos fluxos entre as indústrias determina uma ordem imutável de transmissão dos choques externos. Nesse caso, há a completa ausência de circularidades, pois a perturbação na indústria i se transmitirá às indústrias de ordem superior, mas não afetará as indústrias de ordem superior. Assim, podemos dizer que quanto mais triangularizável uma tabela de insumo-produto, menor deve ser o peso das relações circulares no interior dessas estruturas.

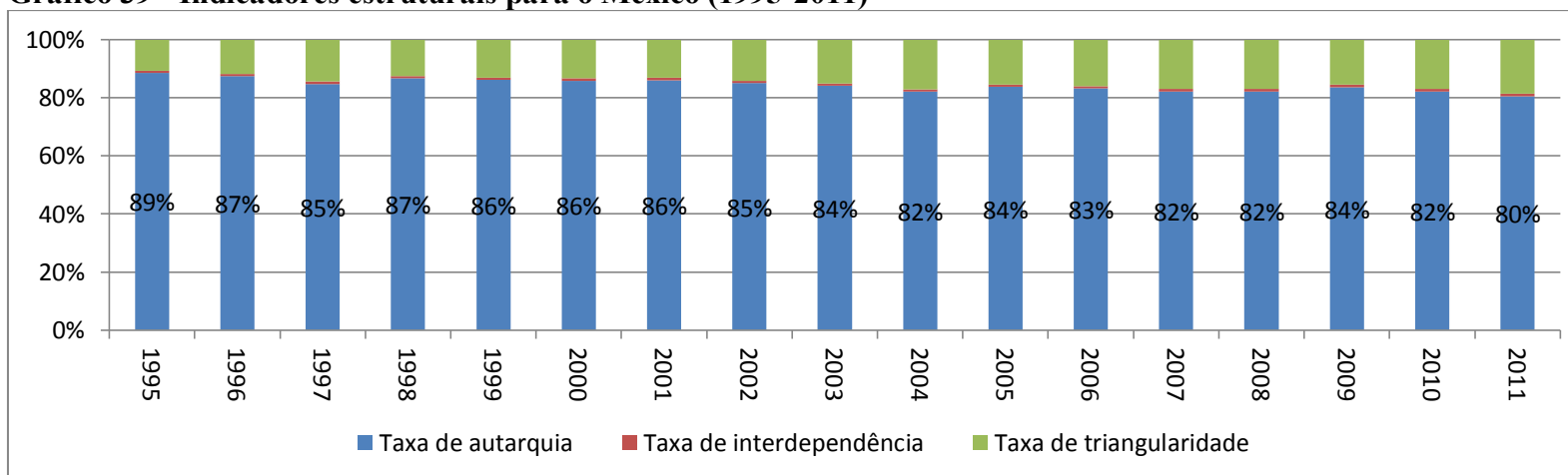
Os resultados mostram como a crescente presença de insumos intermediários importados no interior das estruturas tendeu a fragilizar exatamente as relações circulares herdadas do período de ISI. Os circuitos passaram a ser fechados por insumos importados de outros países, em uma demonstração da dualidade inerente aos processos de abertura comercial e de integração nas CGV. Ainda quando a taxa de crescimento das exportações supera a taxa de crescimento das importações, o crescente conteúdo importado presente nessas exportações e na produção doméstica implicou na perda de circularidade e na prevalência de circuitos elementares sem efeitos de retroalimentação.

Gráfico 38 - Indicadores estruturais para o Brasil (1995-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Gráfico 39 - Indicadores estruturais para o México (1995-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

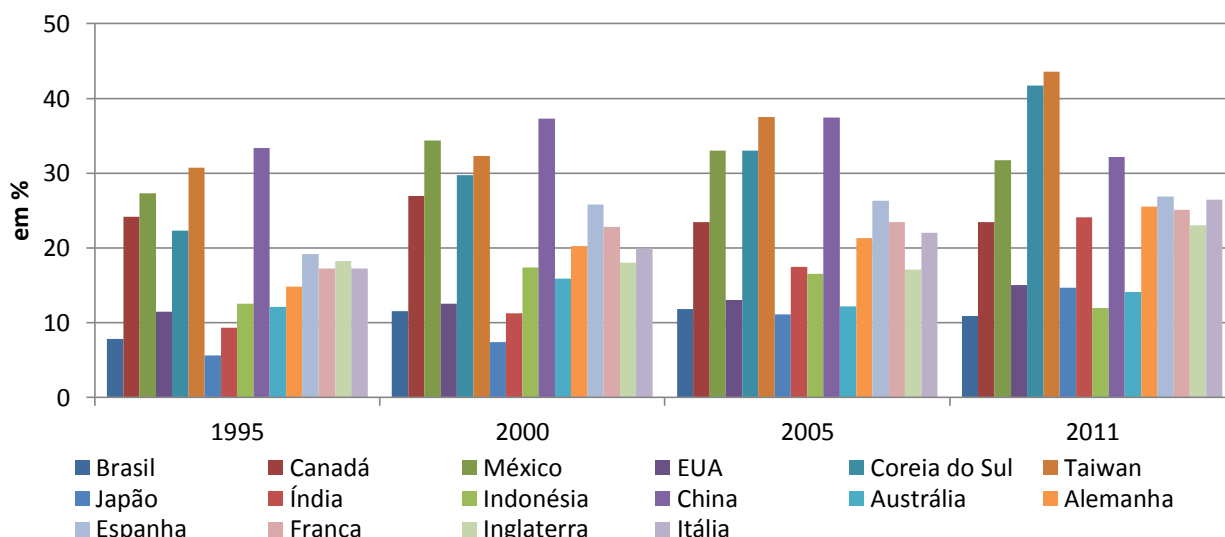
Os estudos sobre a participação do Brasil e do México nas CGV apontam para dois diferentes graus e padrões de participação, em nível global ou setorial (Castilho e Puchet, 2012; Canuto, Fleischhaker e Schellekens, 2015; Hermida, 2016). Além disso, quando o caso do Brasil é analisado comparativamente a outras economias em desenvolvimento da Ásia ou mesmo do Leste Europeu, percebe-se uma baixa participação do país nas CGV.

Em que pesem os diferentes motivos para a baixa capacidade de integração do Brasil nessas redes, desde a “excessiva” verticalização industrial herdada do período de substituição de importações até a existência de altas barreiras não-tarifárias (Canuto, Fleischhaker e Schellekens, 2015), fato é que o recente aumento do consumo de insumos intermediários importados provocou modificações na articulação entre os setores. Do ponto de vista da participação nas CGV, o México constitui um caso oposto ao do Brasil, uma vez que possui uma participação muito superior. Contudo, ainda que os padrões de comércio exterior e a participação nas CGV sejam diferentes, em ambas economias a evolução da complexidade estrutural diminuiu progressivamente entre 1995 e 2011.

O gráfico 40 mostra como a participação do México nas redes de produção e de valor é uma das maiores entre os 16 países selecionados⁷⁸, ficando atrás apenas de três países asiáticos (Taiwan, Coreia do Sul e China). Já o Brasil, em conjunto com o Japão, apresenta os menores valores para o conjunto de países analisados. A participação do Brasil cresceu entre 1995 e 2000 de 7.9% para 11,9%, respectivamente, caindo para 10.9% em 2011. Esses resultados revelam que a crise de 2008 teve o efeito de reduzir o conteúdo importado contido nas importações brasileiras. A participação do México tem dois períodos diferentes: i) 1995-2000, no qual houve um crescimento de 27.35% para 34.4% e ii) 2005-2011, período que mostrou uma queda no índice de 33% para 31.7%. Esses são fatos estilizados dentro da literatura sobre CGV e a participação dos dois países nessas cadeias.

⁷⁸ Ao invés de calcularmos o índice de especialização vertical para todos os 40 países presentes na base WIOD, preferimos escolher 16 países em diferentes estágios de desenvolvimento. Esse método possui dois problemas: i) perda de informação e ii) viés de seleção. Contudo, dado o objetivo do presente estudo, a análise comparada entre Brasil e México, a utilização da base WIOD para 16 países visa apenas colocar em perspectiva, com outras economias desenvolvidas e em desenvolvimento, as duas economias.

Gráfico 40 - Conteúdo importado contido nas exportações, países selecionados – (em % do total exportado)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

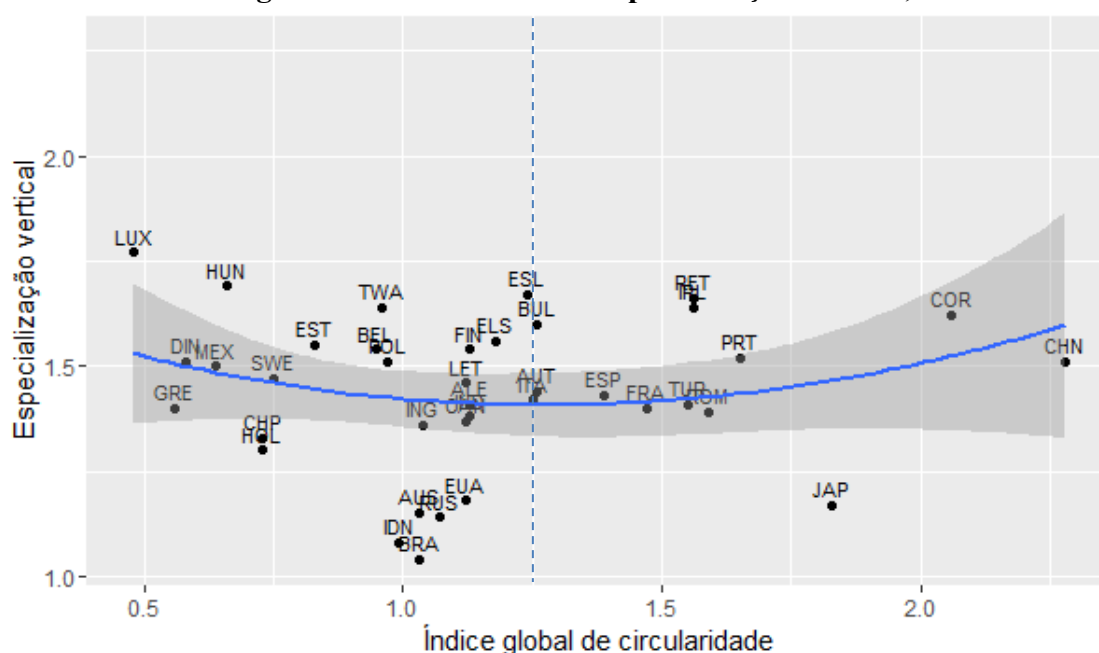
No gráfico 41, relacionamos o grau de especialização vertical e o índice de circularidade em um ponto no tempo, o ano de 2011. O objetivo é duplo: i) colocar o Brasil e o México em uma perspectiva mais ampla, dado que a especialização vertical é um fenômeno envolvendo países desenvolvidos e em desenvolvimento, e ii) avançar na análise da relação entre comércio exterior e complexidade estrutural. É possível perceber uma relação não-linear entre as duas variáveis, indicando que não necessariamente um maior conteúdo importado nas exportações diminui a complexidade estrutural das economias. Ou seja, ser mais complexo do ponto do peso das relações circulares não implica, *per se*, em um menor peso das importações contido nas exportações.

A relação não-linear entre as variáveis assume um formato de U. Isso indica a existência de diferentes grupos de países com diferentes relações entre a especialização vertical e a complexidade estrutural. A linha no Gráfico 41 ajuda a mostrar como prevalece dois diferentes padrões. Os países localizados no lado esquerdo são caracterizados por um menor peso das relações circulares com níveis relativamente elevados de especialização vertical. Os países do lado direito apresentam uma relação aparentemente positiva entre as duas variáveis, ou seja, quanto maior a especialização vertical, maior o peso das relações circulares. Contudo, merece ressalva que mesmo dentro de cada grupo existe uma grande heterogeneidade. Por exemplo, o grupo formado por Brasil (BRA), Estados Unidos (EUA), Austrália (AUS), Indonésia (IDN) e

Rússia apresentou baixos níveis de especialização vertical e um peso moderado dos circuitos circulares. Do lado direito, o Japão (JAP) mostrou um comportamento similar ao grupo anteriormente citado, com um elevado peso das circulares com baixa especialização vertical.

É interessante notar que o grupo formado por Brasil (BRA), Estados Unidos (EUA), Austrália (AUS) e Rússia (RUS) forma um *cluster* de países de dimensões continentais com um amplo mercado interno e similares pesos das relações circulares em suas estruturas. O baixo nível de especialização vertical indica que a demanda dos setores dessas economias é satisfeita em boa medida por fornecedores domésticos, implicando em uma internalização dos efeitos de encadeamentos para trás gerados por esses setores.

Gráfico 41 - Índice global de circularidade e especialização vertical, 2011⁷⁹



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

OBS: a lista com os códigos referentes aos nomes dos países encontra-se no apêndice; os valores estão em logaritmos

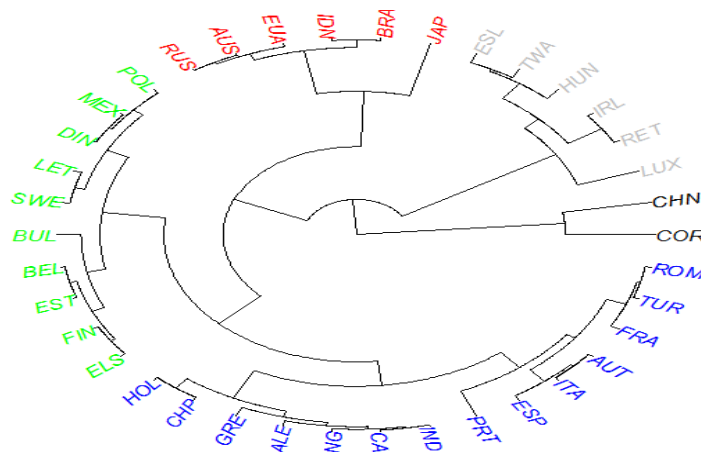
⁷⁹ O ajuste da curva foi realizado a partir da função *loess*, presente no software *R*, que consiste em um método de suavizar a curva. A vantagem desse método em relação aos demais, como o *smoothing Splines* ou *simple Local Linear Regression*, é a sua maior flexibilidade de aplicação. A função *loess* é computada por meio de uma regressão de mínimos quadrados ponderada localmente. Isto é, para o ajuste no ponto x , o ajuste é feito utilizando pontos em um vizinhança de x , ponderada por suas distâncias em relação à x . Nesse sentido, *loess* é um função de ajuste polinomial, na qual o ajuste da curva está contido no intervalo $[0, \infty]$. Quanto maior o valor atribuído ao ajuste, mais informações serão utilizadas para o ajuste da curva..

Os posicionamentos do Brasil e do México espelham bem como os diferentes padrões de comércio exterior e de abertura comercial construídos entre 1995 e 2011 implicaram em diferentes complexidades estruturais⁸⁰. O gráfico 42 procura agrupar e hierarquizar os países a partir da maior ou menor similaridade entre a especialização vertical e o índice de circularidade. Ser similar nesses grupos indica apenas quão próximos um dos outros estão os países. A ideia de proximidade utiliza, então, a noção de distância estatística (euclidiana) para agrupar os países em *clusters*. A leitura correta é no sentido anti-horário, começando dos mais similares Coreia do Sul (COR) e China (CHN) e terminando na Romênia (ROM) e Turquia (TUR).

É possível perceber que o Brasil e o México estão agrupados em *clusters* diferentes. O Brasil está agrupado com outros países de dimensões continentais que apresentam baixa especialização vertical e moderada complexidade estrutural. Já o México está agrupado com os países que apresentam níveis similares de especialização vertical, embora com significativa heterogeneidade nos níveis de complexidade estrutural. Dentro do seu *cluster*, em vermelho, o Brasil está relativamente mais próximo à Indonésia (IDN) do que aos Estados Unidos (EUA), Austrália (AUS) e Rússia (RUS), enquanto no *cluster* em verde, o México é mais similar à Dinamarca (DIN) do que da Polônia (POL). Esse cluster é composto em sua maioria por países do leste e do norte da Europa.

⁸⁰ Quando analisamos a relação entre a especialização vertical e o índice de circularidade para o Brasil e para o México entre 1995 e 2011, verificamos que o coeficiente de correlação de Spearman é fortemente negativo para ambos os países: -0.46 para o Brasil e -0.62 para o México. Esses estão indicam como a perda de peso das relações circulares pode ser explicada, até determinado ponto, pelo maior conteúdo importado das exportações.

Gráfico 42 - Agrupamento⁸¹ dos países segundo a similaridade entre os índices de especialização vertical e circularidade global, 2011



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Em termos setoriais, é possível perceber um aumento generalizado, para as duas economias, do valor adicionado estrangeiro contido nas exportações. Embora o aumento seja generalizado, a magnitude da especialização vertical é marcadamente diferente entre os setores do Brasil e do México. Em 2011, os únicos setores da economia brasileira com índices superiores aos da economia mexicana são: indústrias extrativas e mineração, hotéis e restaurantes, transporte e estocagem, aluguel de máquinas e equipamentos, computação e atividades relacionadas, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e outras atividades de negócio, administração pública e defesa; segurança social obrigatória e saúde e ação social. Ou seja, dos 34 setores apenas em 8 o índice de especialização vertical é maior na economia brasileira do que na mexicana. Esses são setores baseados em recursos naturais e serviços. Nos setores de maior conteúdo tecnológico o índice é sistematicamente superior na economia mexicana e em uma magnitude quase três vezes maior, como no setor de equipamentos elétricos e óticos, por exemplo (Tabela 20).

Para o Brasil, o único setor a apresentar queda no índice foi a indústria extrativa e mineração (-0.2%). Já para o México, os setores de metais básicos (-4%), comércio por atacado e a varejo (-0.6%), atividades imobiliárias(-0.4%), computação e

⁸¹ Para a elaboração dos *clusters* utilizamos dois procedimentos. O primeiro foi o cálculo das distâncias euclidianas, que define a similaridade entre dois elementos ou variáveis (x, y) . A distância pelo método euclidiano pode ser calculada como $d_{euc}(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$. Esse primeiro procedimento fornece uma matriz de distâncias entre as duas variáveis. A partir dessa matriz de distâncias, podemos realizar o segundo procedimento, a formação dos *clusters* hierárquicos a partir do método Ward (utilizamos o método ward.D2 do pacote “ape”, contido no software R). O método de Ward utiliza como distância a soma dos quadrados entre os dois agrupamentos.

atividades relacionadas (-0.6%), P&D e outras atividades de negócio (-1.9%), administração pública (-0.1%), educação (-0.1%) e saúde e ação social (-0.5%) apresentaram quedas. Esses dados apontam para um resultado que de certa forma surpreende: os setores de serviços do Brasil, entre os quais estão P&D e outras atividades de negócio, computação e atividades relacionadas, transporte e estocagem e aluguel de máquinas e equipamentos, são mais intensivos em insumos importados *vis-à-vis* os congêneres mexicanos.

Entre os setores nos quais o Brasil mais ganhou participação nas redes de valor e de produção estão fabricação de veículos automóveis (7.2%), borracha e plásticos (6.7%), máquinas e aparelhos elétricos, outros equipamentos de transporte (6.5%) e equipamentos elétricos e ópticos (6.5%). No caso do México, foram coque, produtos do petróleo e combustível nuclear (19.3%), borracha e plásticos (14.4%), produtos químicos (11.5%), pasta de papel e cartão (9.7%) e manufaturas não especificadas (9.6%). Os avanços da especialização vertical na economia mexicana ocorreram em setores que apresentavam níveis relativamente baixos de participação, como os setores de coque e produtos químicos. Um movimento oposto ocorre na economia brasileira, que aprofunda a especialização vertical em setores nos quais já possuía uma alta participação no conjunto de seus setores.

Na evolução temporal para as manufaturas é possível perceber um crescimento similar da especialização vertical para o Brasil (4.2%) e para o México (4.9%), embora partindo de magnitudes completamente diferentes. No total das manufaturas, em 2011 o Brasil apresentou um índice de especialização vertical de 14.3%, enquanto o mesmo índice para o México foi de 43.5%. Esse era um resultado esperado, pois ambos os países possuem distintas pautas exportadoras e aparece como um fato estilizado dentro da literatura de redes de produção e de valor. Tendo em vista que uma parte significativa dos circuitos de demanda intermediária são fechados por insumos importados, é de se imaginar que exista alguma correlação entre o índice de circularidade e a maior abertura comercial da economia mexicana em comparação à brasileira.

O forte peso das importações nas exportações manufatureiras mexicanas é apontado como um dos fatores para as baixas taxas de crescimento que o país apresentou desde a integração no TLCAN. O motivo seria a desconexão existente entre o setor manufatureiro exportador e a estrutura produtiva interna, provocando que o efeito multiplicador das exportações na dinâmica da economia seja pequeno (Ruiz-

Nápoles, 2004). Isso implica em que as profundas modificações vivenciadas pelas exportações mexicanas, saindo de uma pauta marcadamente dependente do petróleo na década de 1980 para uma pauta concentrada em produtos de média e alta intensidade tecnológica, tem uma baixa capacidade em provocar mudanças estruturais. Na verdade, esse padrão exportador-importador tendeu a enrijecer a pauta exportadora, aumentar a dependência estrutural com relações aos insumos importados e diminuir a complexidade da estrutura produtiva.

Tabela 22 - Valor adicionado importado contido nas exportações do Brasil e do México - (Em % do total exportado)

| Setores | Brasil | | | México | | |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | 1995 | 2011 | (%) | 1995 | 2011 | (%) |
| Agricultura, floresta, caça e pesca | 4.9 | 9.5 | 4.6 | 5.3 | 10.7 | 5.4 |
| Indústrias extrativas e mineração | 10.1 | 9.9 | -0.2 | 3.3 | 4.3 | 1.0 |
| Total das manufaturas | 10.1 | 14.3 | 4.2 | 38.6 | 43.5 | 4.9 |
| Alimentos, bebidas, tabaco | 7.4 | 9.8 | 2.4 | 15.0 | 16.8 | 1.8 |
| Têxteis e produtos têxteis | 6.0 | 8.9 | 2.9 | 31.6 | 37.5 | 5.9 |
| Madeira e cortiça e suas obras | 5.2 | 9.2 | 4.0 | 10.1 | 18.2 | 8.0 |
| Pasta de papel e cartão e seus artigos; edição e impressão | 7.8 | 9.6 | 1.8 | 21.9 | 31.6 | 9.7 |
| Coque, produtos petrolíferos refinados e de combustível nuclear | 18.2 | 21.4 | 3.2 | 6.2 | 25.5 | 19.3 |
| Borracha e Plásticos | 10.7 | 17.4 | 6.7 | 25.6 | 40.0 | 14.4 |
| Outros produtos minerais não metálicos | 9.3 | 12.3 | 3.0 | 13.6 | 18.6 | 5.0 |
| Metais básicos | 13.6 | 15.8 | 2.2 | 20.6 | 16.6 | -4.0 |
| Fabricação de produtos metálicos | 9.7 | 13.1 | 3.4 | 41.0 | 45.8 | 4.8 |
| Manufaturas Nec; recicláveis | 5.2 | 8.5 | 3.3 | 38.9 | 48.6 | 9.6 |
| Máquinas e equipamentos, nec | 10.6 | 16.2 | 5.6 | 32.5 | 37.2 | 4.8 |
| Produtos químicos | 11.4 | 15.8 | 4.5 | 14.8 | 26.3 | 11.5 |
| Máquinas e aparelhos elétricos n.e | 13.3 | 19.9 | 6.6 | 54.8 | 58.3 | 3.5 |
| Fabricação de veículos automóveis, reboques e semireboque | 12.7 | 19.9 | 7.2 | 40.8 | 49.6 | 8.8 |
| Outros Equipamentos de transporte | 12.0 | 18.5 | 6.5 | 24.5 | 33.2 | 8.7 |
| Equipamentos elétricos e óticos | 17.6 | 24.1 | 6.5 | 62.0 | 64.1 | 2.1 |
| Eletricidade, gás e água | 2.1 | 5.9 | 3.8 | 7.6 | 15.3 | 7.8 |
| Construção | 6.3 | 8.9 | 2.6 | 11.3 | 11.3 | 0.0 |
| Comércio atacado e varejo, reparos | 1.0 | 3.2 | 2.3 | 4.9 | 4.3 | -0.6 |
| Hotéis e Restaurantes | 4.1 | 6.2 | 2.2 | 3.5 | 4.0 | 0.5 |
| Transporte e estocagem | 6.0 | 10.0 | 4.1 | 5.6 | 8.6 | 3.0 |
| Serviços Postais e de Telecomunicações | 5.2 | 5.9 | 0.8 | 7.0 | 12.2 | 5.2 |
| Intermediação financeira | 1.9 | 3.3 | 1.4 | 2.2 | 3.5 | 1.3 |
| Atividades imobiliárias | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 1.4 | 1.0 | -0.4 |
| Aluguel de máquinas e equipamentos | 6.8 | 7.5 | 0.8 | 4.7 | 5.6 | 0.9 |
| Computação e atividades relacionadas | 2.9 | 7.0 | 4.0 | 3.4 | 2.8 | -0.6 |
| P&D e outras atividades de negócio | 3.7 | 4.8 | 1.1 | 5.0 | 3.2 | -1.9 |
| Administração pública e defesa; segurança social obrigatória | 3.0 | 4.2 | 1.2 | 1.5 | 1.4 | -0.1 |
| Educação | 2.6 | 3.3 | 0.7 | 4.8 | 4.7 | -0.1 |
| Saúde e Ação social | 5.1 | 6.8 | 1.7 | 5.9 | 5.4 | -0.5 |
| Outras atividades de serviços coletivos, sociais e pessoais | 5.6 | 6.5 | 0.9 | 35.0 | 37.0 | 2.1 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da TiVA-OCDE.

OBS: nec = não especificada

Os dados apresentados na Tabela 23 mostram o valor adicionado doméstico contido nas exportações de produtos intermediários como proporção do total exportado. Esse indicador pode ser considerado como uma medida dos encadeamentos para frente que o país apresenta nas CGV⁸². Como explicado por Kowalski et. al (2015), quanto maior o mercado doméstico de um país, menor o engajamento desse país nos encadeamentos para trás, e maior a participação nos encadeamentos para frente. A intuição é a de que países com um grande mercado interno podem dispor de uma ampla gama de insumos intermediários importados, tanto em termos de compras quanto em termos de vendas. E é exatamente esse o padrão que verificamos na análise da Tabela 23. Entre 1995 e 2011 o Brasil apresenta uma variação positiva de 5.2% e o México de apenas 0.8%, mediado por uma queda de -3.4%. Em ambas as economias a cai participação nos encadeamentos para frente das manufaturas, ainda que ocorra uma recuperação no sub-período 2005-2011.

Os dados apontam no sentido de que a dinâmica das importações é bastante afetada pela crise financeira de 2008, tendo em vista a diminuição do conteúdo importado das exportações (encadeamentos para trás) e o crescimento do valor adicionado doméstico utilizado como insumo para as exportações dos parceiros comerciais. Isso pode indicar que as importações cumpriram diferentes papéis antes e depois da crise financeira de 2008. Pelo lado do Brasil, as maiores quedas estão localizados nos setores de administração pública (-17.7%), computação e atividades relacionadas (-11.3%), equipamentos de transporte (-6.8%) e máquinas e equipamentos (-6.7%), enquanto os ganhos foram em serviços postais e de telecomunicações (10.2%), outras atividades de serviços coletivos (9.9%) e comércio atacado e a varejo (7.7%). Do lado mexicano, as maiores quedas estão concentradas borracha e plásticos (-13.7%), coque e produtos petrolíferos (-12.0%), produtos químicos (-11.0%) e pasta de papel e cartão (-9.4%). Já os ganhos foram nos setores de aluguel de máquinas e equipamentos (29.7%), computação e atividades relacionadas (15.0%) e transporte e estocagem (9.7%).

Podemos dizer que o Brasil perdeu encadeamentos para trás nos setores de serviços e de média-alta e alta intensidade tecnológica e o México nos setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica. Os maiores ganhos de encadeamentos para frente

⁸² Conforme demonstram Kowalski et. al (2015), o índice de encadeamentos para trás refere-se valor adicionado estrangeiro contido nas exportações domésticas. Em outras palavras, captura a extensão para a qual as empresas domésticas/estrangeiros utilizam valor adicionado estrangeiro em suas exportações. Dessa forma, os dados do Gráfico 33 apresentam a participação dos dois países nos encadeamentos para trás nas redes de produção e de valor.

nos dois países estiveram concentrados primordialmente nos setores de serviços. Além disso, os setores de serviços com maiores ganhos para o Brasil são aqueles que apresentam quedas nos encadeamentos para o México. Isso revela que as importações estão cumprindo diferentes papéis nesses setores.

Tabela 23 - Valor adicionado doméstico nas exportações de produtos intermediários (Em % total exportado) - Brasil e México

| Classificação | Setores | Brasil | | | México | | |
|-------------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 1995 | 2011 | (%) | 1995 | 2011 | (%) |
| | Total | 54.5 | 59.8 | 5.2 | 43.6 | 44.4 | 0.8 |
| Produtos primários | Agricultura, floresta, caça e pesca | 61.0 | 55.4 | -5.6 | 72.5 | 68.1 | -4.3 |
| | Indústrias extrativas e mineração | 85.4 | 85.9 | 0.5 | 96.2 | 94.3 | -1.9 |
| | Total das manufaturas | 51.0 | 49.1 | -1.9 | 37.4 | 33.2 | -4.2 |
| Baixa tecnologia | Alimentos, bebidas, tabaco | 32.7 | 36.1 | 3.4 | 26.2 | 27.9 | 1.7 |
| | Têxteis e produtos têxteis | 32.7 | 32.6 | -0.2 | 20.9 | 13.3 | -7.6 |
| | Madeira e cortiça e suas obras | 87.4 | 82.1 | -5.3 | 87.6 | 76.6 | -11.0 |
| | Pasta de papel e cartão e seus artigos; edição e impressão | 72.1 | 71.1 | -1.0 | 59.0 | 49.6 | -9.4 |
| Média-baixa tecnologia | Coque, produtos petrolíferos refinados e de combustível nuc | 61.0 | 54.6 | -6.4 | 52.7 | 40.7 | -12.0 |
| | Borracha e Plásticos | 75.0 | 69.4 | -5.5 | 64.6 | 50.9 | -13.7 |
| | Outros produtos minerais não metálicos | 81.6 | 78.2 | -3.4 | 78.9 | 72.8 | -6.1 |
| | Metais básicos | 84.2 | 81.3 | -3.0 | 77.8 | 80.8 | 3.0 |
| | Fabricação de produtos metálicos | 63.0 | 67.6 | 4.6 | 52.8 | 48.8 | -4.0 |
| | Manufaturas Nec; recicláveis | 31.1 | 25.7 | -5.5 | 15.2 | 15.2 | -0.1 |
| Média-alta e alta tecnologia | Máquinas e equipamentos, nec | 50.1 | 43.4 | -6.7 | 49.2 | 46.1 | -3.1 |
| | Produtos químicos | 54.1 | 54.8 | 0.6 | 61.1 | 49.6 | -11.5 |
| | Máquinas e aparelhos eléctricos nec | 48.2 | 47.8 | -0.4 | 36.5 | 28.2 | -8.3 |
| | Fabricação de veículos automóveis, reboques e semireboque | 32.8 | 30.0 | -2.8 | 25.5 | 20.9 | -4.7 |
| | Equipamentos de transporte | 38.1 | 31.3 | -6.8 | 26.1 | 21.3 | -4.7 |
| | Outros Equipamentos de transporte | 40.7 | 34.3 | -6.4 | 37.8 | 30.7 | -7.1 |
| | Equipamentos eléctricos e óticos | 35.8 | 30.1 | -5.7 | 23.9 | 17.7 | -6.1 |
| Serviços | Eletricidade, gás e água | 97.9 | 94.1 | -3.8 | 46.4 | 42.3 | -4.0 |
| | Construção | 17.9 | 16.3 | -1.6 | 17.7 | 17.4 | -0.3 |
| | Comércio atacado e varejo, reparos | 51.2 | 59.0 | 7.7 | 42.3 | 50.3 | 8.0 |
| | Hotéis e Restaurantes | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| | Transporte e estocagem | 54.0 | 50.5 | -3.6 | 31.3 | 41.0 | 9.7 |
| | Serviços Postais e das Telecomunicações | 48.0 | 58.1 | 10.2 | 51.5 | 44.3 | -7.2 |
| | Intermediação financeira | 57.5 | 58.0 | 0.5 | 58.3 | 54.2 | -4.0 |
| | Atividades imobiliárias | 17.1 | 21.5 | 4.5 | 6.0 | 11.1 | 5.1 |
| | Aluguel de máquinas e equipamentos | 64.5 | 69.4 | 4.9 | 18.8 | 48.5 | 29.7 |
| | Computação e atividades relacionadas | 58.4 | 47.1 | -11.3 | 51.8 | 66.7 | 15.0 |
| | P&D e outras atividades de negócio | 87.8 | 87.6 | -0.3 | 87.3 | 91.2 | 3.8 |
| | Administração pública e defesa; segurança social obrigatória | 71.7 | 54.0 | -17.7 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| | Educação | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| | Saúde e Ação social | 0.0 | 0.0 | 0 | 3.7 | 1.6 | -2.1 |
| | Outras atividades de serviços coletivos, sociais e pessoais | 7.1 | 17.1 | 9.9 | 43.5 | 43.2 | -0.3 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da TiVA-OCDE.

OBS: nec = não especificada

A partir da hipótese de que os custos decrescentes de transporte e comunicação foram os responsáveis pela crescente fragmentação produtiva entre os países, Baldwin (2011) argumenta que globalização atravessou distintas fases. A primeira fase de fragmentação (*first unbundling*), ocorrida até meados da década de 1980, foi dirigida principalmente pela forte queda nos custos do transporte e envolveu a concorrência entre os setores, com as cadeias produtivas permanecendo praticamente dentro das fronteiras nacionais. A segunda onda de dispersão geográfica da produção (*second unbundling*), começando a partir de 1985, e dirigida por uma dramática queda nos custos das tecnologias da informação e da tecnologia, resultou na separação das tarefas e processos, levando a uma massiva deslocalização das atividades. É nessa segunda fase que os países em desenvolvimento, como o Brasil, o México e vários países asiáticos, participam mais ativamente dessas redes.

A análise dos resultados mostrados até aqui procurou evidenciar que ambos os países passaram a depender cada vez mais de insumos intermediários importados, embora em graus bastante diferenciados. A implicação imediata é que Brasil e México possuem distintos níveis de participação nas CGV, embora os dois países apresentem suas maiores participações basicamente nos mesmos setores e com quedas em seus índices de circularidade. Como apontado por Baldwin e Venables (2015), a implicação em termos de política econômica diz respeito aos tipos de CGV os países deveriam se engajar. Nesse sentido, é crítico considerar os encadeamentos para trás e para frente, considerando a estrutura produtiva interna dos países, que tais participações colocariam em perigo.

Os Gráficos 43 e 44 mostram como evoluíram as localizações dos setores brasileiro e mexicano nos quatro quadrantes: setores-chave, setores-impulsores, setores independentes e setores estratégicos⁸³. Já as Tabelas 24 e 25 agrupam os setores na tipologia proposta para entender qual o proporção dos setores em cada quadrante, assim como quais os setores mudaram de quadrantes. Esse último aspecto é importante porque ajuda a entender se o conjunto de transformações pelas quais passaram os dois países provocou grandes modificações nas localizações dos setores.

O primeiro ponto que merece destaque é a baixa mobilidade dos setores entre os quadrantes entre 1995 e 2011. Do lado do Brasil, os únicos setores que mudaram de quadrante foram: 14 (equipamento elétrico e óptico) de setor-chave para setor impulsor,

⁸³ Os códigos com os nomes dos setores encontra-se no apêndice.

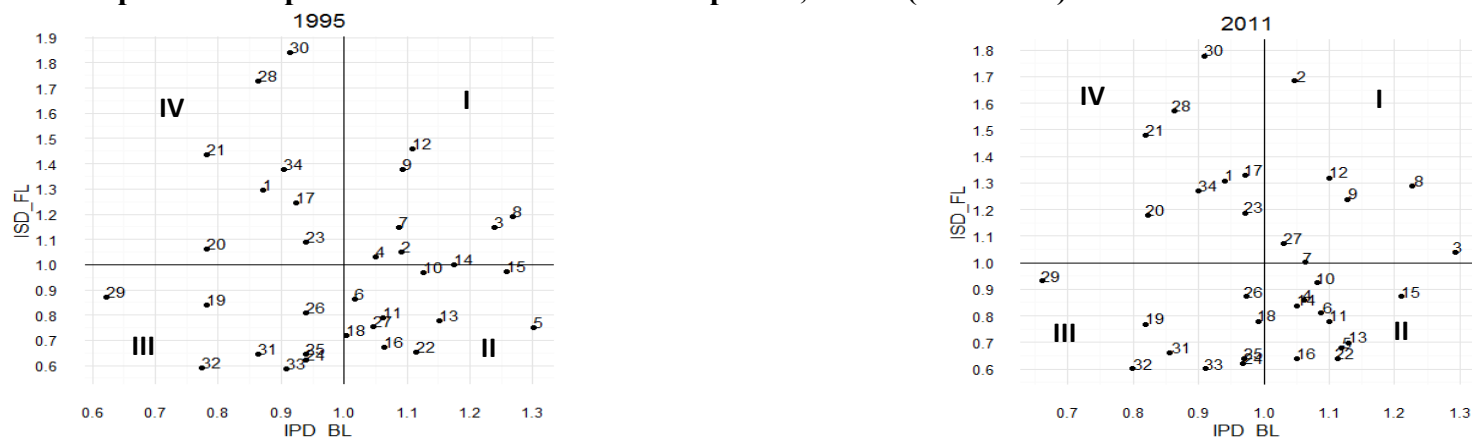
27 (serviços postais e das telecomunicações) de setor impulsor para setor-chave, 4 (têxteis e produtos têxteis) de setor-chave para setor impulsor, 18 (construção) de setor impulsor para independente. Apenas 4 dos 34 setores modificaram de quadrante. O mesmo padrão é possível observar na economia mexicana, tendo em vista o baixo número de setores que modificam sua localização entre os quadrantes, mesmo em uma economia que atravessou processos de abertura comercial e de integração nas CGV mais profundos do que o experimentado pelo Brasil. Para a economia mexicana apenas 5 setores mudaram de quadrante: 4 (têxteis e produtos têxteis) de setor-chave para setor impulsor, 1 (agricultura, floresta, caça e pesca) de setor estratégico para setor-chave, 17 (eletricidade, gás e água) de setor impulsor para setor-chave, 13 (máquinas não especificadas) de setor independente para impulsor, 27 (serviços postais e das telecomunicações) de setor independente estratégico.

Outro ponto que chama a atenção é a sobreposição de setores nos mesmos quadrantes entre as duas economias. Isso mostra como economias em estágios relativamente avançados de industrialização exibem características estruturais similares. Esses resultados são parecidos aos apresentados no capítulo 2, quando encontramos uma também elevada sobreposição entre os dois países. Em 1995, todos os setores-chave da economia mexicana também eram setores-chave da economia brasileira. Em 2011, 4 dos 6 setores-chave do México também estavam no mesmo quadrante para a economia brasileira. O mesmo grau de sobreposição se repete nos demais quadrantes. Contudo, vale ressaltar que essa sobreposição nada diz sobre a magnitude dos efeitos que cada setor tem sobre as respectivas, ou seja, o setor de alimentos, bebidas, tabaco pode ter um efeito de encadeamento para trás superior no México do que no Brasil, por exemplo.

Os processos de abertura comercial e de integração nas CGV parecem ter reforçado certos padrões comerciais e de estrutura produtiva nos dois países. De um lado, o Brasil aprofundou sua inserção externa baseada nas exportações de produtos baseados em recursos naturais e nas importações de bens intermediários, e, de outro lado, o México como exportador de *maquilas* manufatureiras altamente importadoras de partes, peças e componentes. Isso implicou em um maior peso do consumo de insumos intermediários importados, que parece explicar, em certa medida, a perda de circuitos circulares nas economias. Contudo, essa perda de circularidade parece não se desdobrar em uma mudança estrutural mais profunda. A baixa mobilidade dos setores entre os quadrantes parece indicar que o comércio exterior, ainda que diminua o peso dos

‘
circuitos circulares pela via das importações, perdeu sua capacidade em dinamizar ambas as economias.

Gráfico 43 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão, Brasil (1995-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

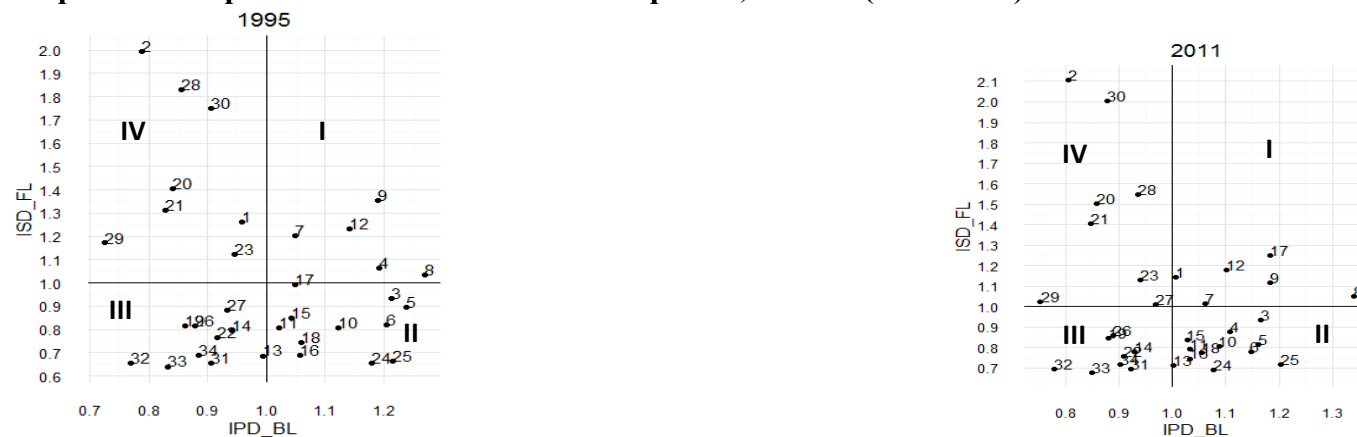
OBS: IPD = índice de poder de dispersão e ISD = índice de sensibilidade de dispersão

Tabela 24 - Tipologia dos setores da economia brasileira - 1995 e 2011

| | Setores-chaves (I): IPD, ISD >1 | Setores impulsores (II): ISD<1, IPD>1 | Setores independentes (III): ISD<1, IPD<1 | Setores estratégicos (IV): ISD>1, IPD<1 |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| 1995 | | | | |
| | 8, 3, 14, 12, 9, 2, 7, 4 | 5, 15, 13, 10, 22, 16, 11, 6, 18, 27 | 26, 25, 24, 33, 31, 32, 29, 19 | 30, 28, 21, 34, 1, 17, 23, 20 |
| Nº setores | 8 | 10 | 8 | 8 |
| Percentual do total | 24% | 29% | 24% | 24% |
| 2011 | | | | |
| | 3, 8, 9, 12, 2, 27, 7 | 15, 13, 5, 22, 11, 6, 10, 4, 14, 16 | 18, 24, 26, 25, 33, 31, 19, 32, 29 | 30, 28, 21, 17, 1, 34, 23, 20 |
| Nº setores | 7 | 10 | 9 | 8 |
| Percentual do total | 21% | 29% | 26% | 24% |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Gráfico 44 - Índice de poder de dispersão e de sensibilidade da dispersão, México (1995-2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

OBS: IPD = índice de poder de dispersão e ISD = índice de sensibilidade de dispersão

Tabela 25 - Tipologia dos setores da economia mexicana - 1995 e 2011

| 1995 | Setores-chaves (I): IPD, ISD >1 | Setores impulsores (II): ISD<1, IPD>1 | Setores independentes (III): ISD<1, IPD<1 | Setores estratégicos (IV): ISD>1, IPD<1 |
|---------------------|---------------------------------|--|---|---|
| | 8, 4, 9, 12, 7 | 5, 25, 3, 6, 24, 10, 18, 16, 17, 15, 11 | 13, 14, 27, 22, 31, 34, 26, 19, 33, 32 | 2, 28, 30, 20, 21, 1, 29, 23 |
| Nº setores | 5 | 11 | 10 | 8 |
| Percentual do total | 15% | 32% | 29% | 24% |
| 2011 | Setores-chaves (I): IPD, ISD >1 | Setores impulsores (II): ISD<1, IPD>1 | Setores independentes (III): ISD<1, IPD<1 | Setores estratégicos (IV): ISD>1, IPD<1 |
| | 8, 9, 17, 12, 7, 1 | 25, 3, 5, 6, 4, 10, 24, 18, 11, 16, 15, 13 | 14, 31, 22, 34, 26, 19, 33, 32 | 2, 30, 28, 20, 21, 23, 29, 27 |
| Nº setores | 6 | 12 | 8 | 8 |
| Percentual do total | 18% | 35% | 24% | 24% |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.

Em sua definição clássica os encadeamentos para trás de um setor refletem a demanda desse setor com relação aos insumos produzidos nacionalmente. Sob a perspectiva da inserção dos países nas redes de produção e de valor, a definição de encadeamentos para trás diz respeito ao conteúdo de insumos intermediários importados presente nas exportações. Em outras palavras, os encadeamentos para trás dentro da abordagem de CGV mostram quanto de insumos intermediários importados são utilizados na produção do produto que é exportado. Por outro lado, os encadeamentos para frente mostram a dependência dos demais setores em relação à oferta de dado setor. Quando consideramos esse conceito na ótica da inserção nas redes de produção e de valor, os encadeamentos para frente estão relacionados às exportações de insumos intermediários domésticos incorporadas nas exportações de outros países.

As noções de *upstream* e *downstream* presentes na literatura de CGV mostram como os países podem estar localizados em distintas fases nas quais são fornecedores de insumos intermediários a outros países (*upstream*) ou como processadores de insumos provenientes de outros países (*downstream*) (de Becker e Miroudot, 2014). Ambos os conceitos guardam uma próxima relação com os indicadores de BL_GVC (*Backward linkages* nas Cadeias Globais de Valor) e FL_GVC (*Forward linkages* nas Cadeias Globais de Valor), tendo em vista a utilização de métricas parecidas para indicar o valor adicionado doméstico/estrangeiro contido nas exportações/importações. Se o conceito clássico de encadeamentos para trás e para frente não é capaz de levar em consideração as recentes transformações provocadas pela fragmentação produtiva, os conceitos de *upstream* e *downstream* deixam de lado o fato de que um país ser processador ou fornecedor de insumos tem diferentes implicações sobre a estrutura produtiva interna. A passagem de um país processador de insumos para fornecedor de insumos tem sérias implicações nas articulações inter e intrassetoriais, o que não é convenientemente abordado nessa literatura. A leitura conjunta, em nível setorial, possibilita uma leitura mais abrangente das ambiguidades inerentes ao processo de maior integração no comércio internacional.

Do ponto de vista dos encadeamentos para trás, é possível supor que uma maior ou uma crescente demanda por insumos importados de dado setor para suas exportações tende a diminuir os seus encadeamentos para trás em relação aos fornecedores domésticos. Essa ideia sugere que parte da produção doméstica para exportação deva ser atendida por uma parcela crescente de importações, substituindo parcialmente a produção nacional. Em sua versão simples, teríamos uma relação

negativa entre o indicador clássico de encadeamentos para trás e aquele utilizado nas redes de produção e de valor. Contudo, o mais comum é que os setores combinem, em diferentes graus, insumos domésticos e insumos importados (Morceiro, Gomes e Magacho, 2012; Fujii e Cervantes, 2013).

Os gráficos 45 e 46 procuram colocar em evidência, primeiro para o caso do Brasil, as relações entre a definição clássica dos encadeamentos para trás e para frente com os conceitos similares utilizados na literatura de CGV. Em ambos os casos temos relações não-lineares. O caso entre as variáveis IPD e o BL_GVC é interessante no que parece mostrar uma não linearidade entre as variáveis. Há um grupo amplo e heterogêneo de setores para os quais a relação é positiva. Nesse grupo, os setores são demandantes, em uma fração crescente, de insumos domésticos para a produção nacional e importados para suas exportações. A partir de certo ponto a relação torna-se negativa, com um conjunto de setores mais reduzido e mais próximos do ponto de vista das cadeias produtivas. A relação negativa indica que a crescente necessidade de insumos importados para as exportações desses setores pode estar deslocando os fornecedores locais.

No lado esquerdo do gráfico 45, com pendente negativa, estão quase todos os setores caracterizados como de serviços (14 dos 18 setores considerados de serviços). Já na parte com pendente positiva encontram-se 11 setores, heterogêneos em suas tecnologias, tais como madeira e seus produtos (6) e transporte marítimo (24). Na parte do gráfico na qual a pendente torna-se novamente negativa estão nove setores, entre os quais setores estão produtos químicos (9), coque e produtos do petróleo (8), equipamentos elétricos e ópticos (14), equipamentos de transporte (15) e manufaturas não especificadas (16). Esses últimos setores foram construídos ainda no período de ISI, constituindo-se em importantes setores para a dinâmica da economia. A relação negativa nesses setores, com exceção dos setores 8 e 15, indica que uma parte crescente da produção voltada à exportação é atendida por insumos importados, tendendo a diminuir os encadeamentos para trás dentro da economia brasileira. Nesse conjunto de setores, as relações circulares ensejadas pelas demandas recíprocas entre os setores parecem ter sido rompidas por uma crescente necessidade de insumos importados.

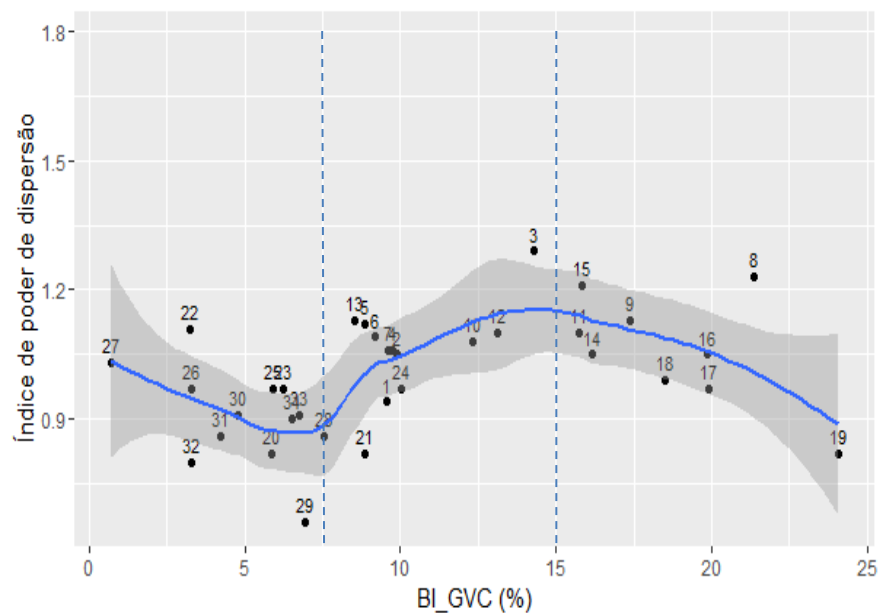
A abertura comercial e a recente valorização cambial ao longo dos anos 2000 parecem explicar parcialmente a crescente dependência de um conjunto de setores por insumos importados, deslocando os fornecedores domésticos. Contudo, ainda é possível observar que mesmo os setores na segunda parte negativa do gráfico apresentam níveis

relativamente elevados de encadeamentos para trás. Esse conjunto de setores são mais complexos do ponto de vista da tecnologia incorporada em seus insumos e geralmente possuem uma maior capacidade de encadear para trás do que os setores agrupados na primeira parte negativa do gráfico.

Como dito anteriormente, a capacidade que um setor tem em ser fornecedor de insumos para a produção/exportação de outros setores tem o mesmo sentido para o ISD e o FL_GVC. O Gráfico 46 também apresenta uma relação não-linear entre as variáveis. Como podemos observar, os setores estão localizados em sua maioria na segunda parte positiva do gráfico (21 dos 34 setores), 5 na primeira parte positiva e 8 localizados na pendente negativa. É interessante mostrar que os setores de produtos químicos (9), coque e produtos do petróleo (8), outros produtos não-metálicos (11) e equipamentos elétricos e ópticos (14) possuem índices relativamente elevados, para o contexto da economia brasileira, tanto de BL_GVC, quanto de FL_GVC. Ou seja, ainda participam com uma fração considerável de valor adicionado doméstico nas redes de produção e de valor, embora a parcela de insumos importador em suas exportações tenha crescido sistematicamente entre 1995 e 2011.

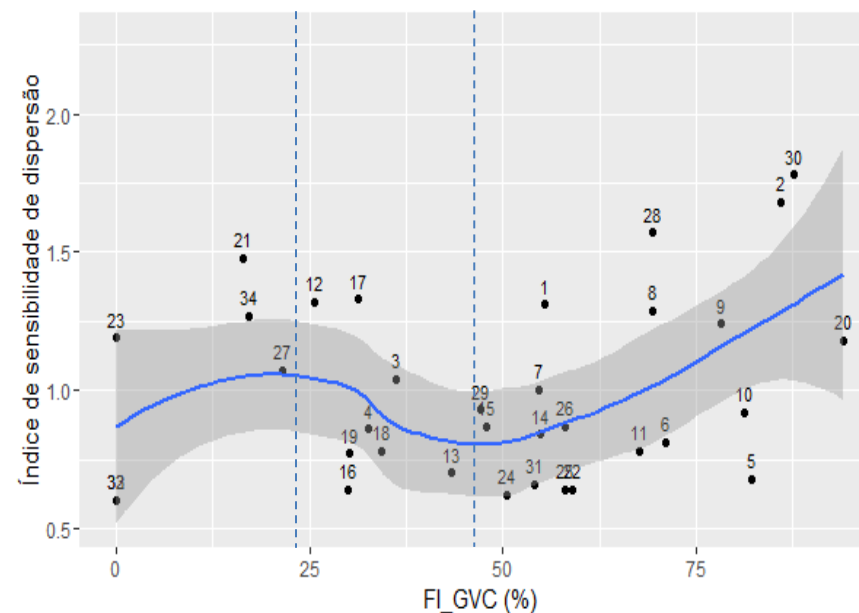
Os países de dimensões continentais, com amplo mercado interno, estão localizados nas fases *upstream* das redes de produção. Como vimos anteriormente, e o Gráfico 45 parece confirmar, o Brasil é um dos principais fornecedores de matérias-primas ou de insumos baseados em recursos naturais com algum grau de elaboração industrial. A concentração dos setores na segunda parte positiva do gráfico mostra que para determinados setores o maior encadeamento para frente, como grande fornecedor aos demais setores da economia doméstica, parece implicar em alta participação do valor adicionado doméstico em suas exportações. Esses resultados nada dizem a respeito sobre a competitividade dos setores no mercado interno ou doméstico. O que os dados mostram é que para a ampla maioria dos setores as suas exportações possuem uma grande parcela de valor adicionado doméstico.

Gráfico 45 - Índice de poder de dispersão e *backward linkages* nas redes globais de produção e de valor, Brasil (2011)



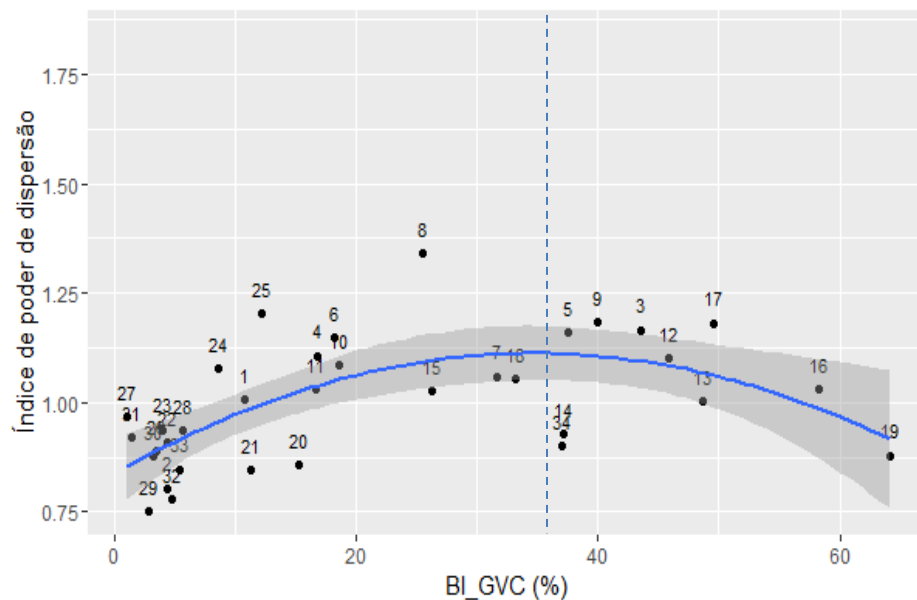
Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.
 OBS: BL_GVC = *backward linkages* nas cadeias globais de valor

Gráfico 46 - Índice de sensibilidade de dispersão e *forward linkages* nas redes globais de produção e de valor, Brasil (2011)



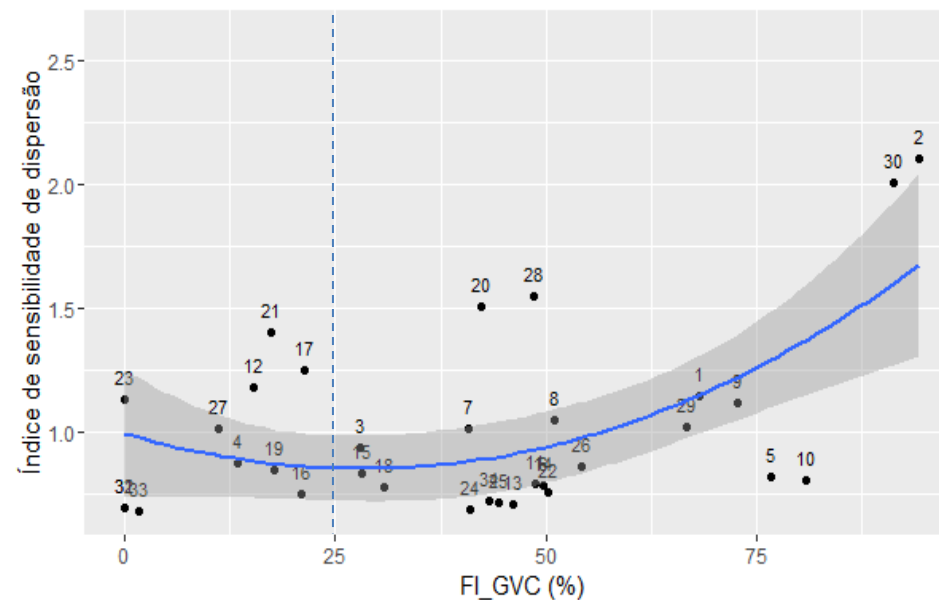
Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.
 OBS: FL_GVC = *forward linkages* nas cadeias globais de valor

Gráfico 47 - Índice de poder de dispersão e backward linkages nas redes globais de produção e de valor, México (2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.
 OBS: BI_GVC = *backward linkages* nas cadeias globais de valor

Gráfico 48 - Índice de sensibilidade de dispersão e forward linkages nas redes globais de produção e de valor, México (2011)



Fonte: elaboração própria a partir de dados da WIOD.
 OBS: FI_GVC = *forward linkages* nas cadeias globais de valor

Os resultados para a economia mexicana também mostram um padrão não-linear entre o conjunto de variáveis. O gráfico 47 tem um formato de U-invertido entre o IPD e o BL_GVC, indicando que a relação é positiva até certo ponto a partir do qual há uma inversão na inclinação, de modo que relação torna-se negativa. Vale lembrar, que o México está localizado na parte *downstream* nas CGV, como um processador ou montador de partes, peças e componentes importados dos Estados Unidos e da Ásia. Isso implica em um maior valor médio do BL_GVC relativamente ao brasileiro, muito embora tenha um valor inferior em termos de IPD (a mediana do IPD para o Brasil é de 1.012 e para o México é de 1.004). Em qual medida essas diferenças em termos de BL_GVC implicam em diferenças nos IPD é uma questão que ultrapassa o escopo do presente estudo.

No caso do México, também há um conjunto de setores os quais mostram tanto um BL_GVC alto, quanto um IPD elevado. Podemos apontar cinco setores: madeira e cortiça e suas obras (5), outros produtos minerais não-metálicos (9), alimentos, bebidas e fumo (3), manufaturas não especificadas (12) e equipamentos de transporte (17). Os cinco setores apontados apresentam uma forte demanda em relação aos fornecedores domésticos, ao mesmo tempo em que necessitam de uma parcela significativa de insumos importados para realizar suas exportações. Os casos dos setores de manufaturas não especificadas e equipamentos de transporte são paradigmáticos, pois são dois setores com elevados níveis de insumos importados contido em suas exportações (45.8% e 49.6%, respectivamente), mas ainda conservam uma grande demanda por insumos de fornecedores domésticos.

Como no caso brasileiro, há uma grande concentração de setores na pendente positiva do gráfico 48: 24 dos 34 setores estão localizados nessa parte do gráfico. Contudo, esse amplo e heterogêneo grupo de setores estão localizados na faixa entre 25% e 50% de FL_GVC, enquanto os setores do Brasil encontram-se entre 50% e 80% de FL_GVC. A estruturação da economia mexicana como processadora e montadora de *maquilas* para exportação, em sua maior parte para o mercado dos Estados Unidos, necessariamente teria que resultar em uma diminuição nos valores do FL_GVC para os setores.

3.4 Conclusões

O presente capítulo procurou mostrar como as estruturas produtivas e de comércio exterior do Brasil e do México reagiram diante dos processos de abertura comercial, assinatura de acordos regionais e integração nas redes globais de valor e de produção. Ainda que esses processos difiram temporalmente e em termos de intensidade nos dois países, a reestruturação industrial que acompanhou essas transformações introduziu um componente estrutural nas importações, componente expresso no elevado nível e rigidez das importações de insumos intermediários importados. Para investigar o impacto das mudanças do comércio exterior sobre a estrutura produtiva, calculamos indicadores de comércio exterior e de participação nas redes de produção e de valor e indicadores estruturais para analisar a similaridade e a complexidade das estruturas produtivas.

A análise comparada entre os dois países permitiu extrair os seguintes resultados:

- a. O índice de similaridade de Le Masne cresceu em termos global e setorial, indicando que as estruturas de coeficientes técnicos entre as economias estão mais próximas do ponto de vista do *mix* de tecnologias utilizadas. Os resultados, ainda que não diretamente comparáveis aos do Capítulo 2, mostram o mesmo padrão verificado nesse capítulo, qual seja: à medida em que a complexidade tecnológica dos setores aumenta, temos uma diminuição na similaridade. Os países em níveis relativamente avançados de industrialização exibem características estruturais similares no sentido de que mostram comparáveis níveis de articulação.
- b. As mudanças nas estratégias de desenvolvimento verificadas nos dois países implicaram em diferentes padrões de inserção externa. Por um lado, o Brasil apresentando uma pauta exportadora concentrada em produtos baseados recursos naturais e importando insumos intermediários de alta intensidade tecnológica, e, de outro lado, o México com um modelo exportador de *maquilas*, altamente importador de partes, peças e componentes. Sob esses diferentes padrões de inserção externa descansam dois pontos em comum: i) uma maior dependência e rigidez estrutural em relação aos insumos intermediários importados e ii) também em relação ao

padrão exportador gestado. Como resultado dessa crescente dependência de insumos importados, os países aprofundaram seus diferentes padrões exportadores para gerar superávits comerciais e evitar o aparecimento de déficits persistentes em transações correntes.

c. A maior dependência em relação aos insumos importados em conjunto com uma pauta exportadora excessivamente concentrada em alguns produtos baseados em recursos naturais (Brasil) e em *maquilas* (México) provocou um movimento de queda nos índices globais de circularidade. Os circuitos de retroalimentação passaram a ser fechados em forma crescente por insumos importados, de modo que o peso dos circuitos não elementares tendeu a diminuir entre 1995 e 2011. O menor peso das autarquias ou dos auto-consumos dos setores também ajuda a explicar a redução na complexidade estrutural das economias. Em ambos os casos o peso das relações circulares ainda depende em grande medida desses auto-consumos, refletindo a importância das dinâmicas intrassetoriais para a complexidade estrutural.

d. O maior peso dos insumos intermediários importados também pode ser vista a partir dos indicadores de participação nas redes de produção e de valor. Os resultados mostram que ambos os países possuem graus muito diferenciados de participação nessas redes, tanto em nível global, quanto em nível setorial. A análise da relação entre o grau de participação nessas redes e o índice global de circularidade revelou que os dois países estão inseridos em distintos *clusters*. Além disso, foi possível perceber para o conjunto de países presentes na base WIOD uma relação não-linear em formato de U. Para um conjunto amplo e heterogêneo de setores, a relação é negativa, enquanto para outro conjunto de países, notadamente China e Coreia do Sul, a relação é positiva. Os resultados indicam que o peso das relações circulares também pode ser elevado em países com uma participação relativamente elevada nas redes de produção e de valor. Isso implica em que as importações jogam diferentes papéis em países com diferentes níveis de industrialização e de desenvolvimento.

e. Por fim, mostramos como as modificações apresentadas no comércio exterior e na estrutura produtiva das duas economias provocaram mudanças pontuais na localização dos setores na tipologia proposta. Esses resultados

são importantes na medida em que a reestruturação industrial implicou em uma perda sistemática de complexidade das interrelações setoriais, embora essa perda de complexidade não tenha afetado o padrão de articulação setorial herdado do período de industrialização por substituição de importações. A leitura conjunta dos indicadores de índice de poder de dispersão-índice de sensibilidade da dispersão e *backward-forward linkages*, em nível setorial, mostrou como: i) os diferentes setores combinam em diferentes medidas o *backward linkages* nas CGV e o índice de poder de dispersão, indicando que as importações cumprem diferentes papéis entre os setores, e ii) setores com elevados encadeamentos para frente tendem a ter elevados valores para o *forward linkages*. Essa leitura conjunta dos indicadores possibilita uma melhor definição dos conceitos de *upstream* e *downstream*, geralmente utilizados em níveis agregados para localizar os países nas redes de produção.

CONCLUSÃO

No presente estudo, buscou-se compreender as transformações ocorridas no comércio exterior e nas estruturas produtivas do Brasil e do México entre o fim do processo de industrialização por substituição de importações, na década de 1980, até a inserção dos dois países nas cadeias globais de valor. Nesse período ambos os países alteram suas estratégias de desenvolvimento em direção a uma maior abertura comercial, ainda que em momentos distintos e com diferentes intensidades. A realização do estudo comparativo dessas duas economias se justifica por diversas razões, sendo as principais delas a similaridade do porte e da diversificação dos setores industriais dos dois países resultantes de suas políticas de substituição de importações e a divergência em suas escolhas de estratégias de integração internacional a partir de meados da década de 1980.

A análise teve como hipótese a baixa capacidade de transformação estrutural dos padrões de especialização comercial gestados por ambos os países entre o fim do processo de substituição de importações e a abertura comercial. De um lado, o Brasil apresentou uma tendência à especialização nas exportações de produtos baseados em recursos naturais, enquanto que pelo lado das importações passou a depender cada vez mais dos insumos intermediários, principalmente de máquinas e equipamentos de transporte. Por outro lado, o México concentrou suas exportações nas *maquilas* manufatureiras de exportação, principalmente nos setores de máquinas e matérias de transporte e equipamentos elétricos. As importações mexicanas estiveram concentradas em insumos intermediários para os setores de máquinas e equipamentos de transporte e equipamentos elétricos.

A inserção dos dois países nas cadeias globais de valor tendeu a aprofundar os padrões de comércio gestados durante a década de 1990. O Brasil tendeu a reforçar sua inserção nas cadeias de valor nas etapas *upstream*, ou seja, nas primeiras etapas dos processos de produção com a exportação de matérias-primas. Já o México, apresentou uma participação mais ativa e esteve localizado nas etapas mais dinâmicas das cadeias de valor, nas etapas *downstream*, quando o país processa insumos intermediários para posterior exportação.

Esses padrões divergentes de especialização comercial não foram capazes, porém, de alterar significativamente nem os pesos relativos dos setores no valor adicionado nem a forma de articulação entre os setores. Isso significa dizer que os efeitos dos padrões de comércio exterior sobre a composição e a forma de articulação entre os setores na estrutura produtiva foram limitados ao longo do período em análise. Em outras palavras, o comércio exterior dos dois países não foi capaz de desencadear processos de mudanças estruturais. O elevado grau de similaridade entre as duas estruturas produtivas, em um contexto macroeconômico instável, mostra como as diferentes estratégias de integração internacional não resultaram em significativas alterações nas relações inter-setoriais.

O presente estudo também mostrou que um dos principais efeitos da maior dependência de ambos os países em relação aos insumos intermediários importados foi a perda de complexidade estrutural. O índice de complexidade estrutural, medido a partir dos determinantes das matrizes de insumo-produto e utilizando a teoria dos grafos de influência, é uma contribuição metodológica e empírica aos estudos de mudança estrutural e comércio exterior. Nesse sentido, o estudo contribui para uma melhor compreensão de como os setores se articulam e quais os efeitos que as exportações e importações têm no grau e padrão de interdependência entre os setores.

No primeiro capítulo, apresentamos uma revisão bibliográfica sobre a relação entre mudança estrutural e comércio exterior, além do método de trabalho a ser utilizado ao longo do estudo. A revisão bibliográfica teve por objetivo mostrar os principais indicadores utilizados para aferir a evolução das estruturas produtivas e inserir o índice global de circularidade dentro desse debate. O índice global de circularidade permite entender a complexidade das estruturas produtivas a partir de noções pertinentes à teoria dos grafos de influência, mas utilizando-se de ferramentas próprias à abordagem de insumo-produto. Nesse sentido, o capítulo também buscou clarear os principais aspectos conceituais e teóricos da teoria dos grafos de influência e sua utilização com o instrumental de matrizes insumo-produto.

O Capítulo 1 teve por objetivo mostrar a construção desse indicador e decompô-lo em termos dos fenômenos de interdependência, dependência/triangularidade e autarquia. O peso das relações circulares em uma estrutura produtiva indica que a influência da demanda final sobre o setor i deve se propagar por um ampla sequência não-linear de setores até chegar ao setor j . Em outras

palavras, quanto maiores os efeitos de retroalimentação entre os setores, mais tempo levará para que a influência do setor i se propague até o setor j . Os efeitos recíprocos de demanda entre os setores geram circuitos, que retardam a difusão da influência entre i e j . Assim, esse indicador leva em consideração não apenas o tamanho dos efeitos entre os setores, mas também a distância (estatística) entre os setores. A ideia estatística de distância corresponde ao número de passos necessários para que o estímulo em um setor afeta outro setor e pelas influências recíprocas entre eles.

A complexidade estrutural medida pelo índice global de circularidade permite entender como a difusão de um choque exógeno (demanda final, por exemplo) se propaga por todos os setores que compõem uma estrutura produtiva. Se esse choque exógeno se propaga rapidamente entre todos os setores, dizemos que a estrutura produtiva é menos complexa. A explicação diz respeito ao nível de articulação intra e inter-setorial ou das relações de dependência, interdependência e autarquia que as estruturas produtivas possuem. Uma estrutura produtiva mais complexa implica em maiores relações de interdependência e intra-setoriais, isto é, em um maior peso de circuitos não lineares e dos auto-consumos dos setores. Então, o índice global de circularidade ou de complexidade estrutural fornece uma medida do tempo e do custo de ajustamento das estruturas produtivas diante de perturbações exógenas.

As considerações acima indicam que a complexidade estrutural depende do arranjo interno da estrutura, isto é, da posição e da intensidade das ligações entre os setores. A circularidade depende, assim, do determinante da matriz $(I - A)$, o qual é um indicador do volume de transações interindustriais. Quando uma economia torna-se mais complexa, no sentido de que todo setor necessita crescentemente de outros como fornecedores de insumos para sua produção, a demanda intermediária aumenta como proporção do produto total e também cresce a probabilidade de encontrar caminhos colapsando em circuitos. Além disso, quando a economia torna-se mais complexa, circuitos de demanda intermediária deveriam envolver uma maior quantidade de setores. Nesse sentido, a circularidade não depende apenas do tamanho dos coeficientes, mas também da complexidade da economia, definida como a presença de circuitos não-lineares. Em outras palavras, a circularidade depende do nível de integração entre os setores.

O capítulo 2 inicialmente apresentou uma introdução do contexto macroeconômico das duas economias ao longo da década de 1980 e início da década de

1990, com ênfase na evolução da participação do valor adicionado dos setores, da participação dos setores no emprego e nas estruturas de comércio exterior. Esse período é caracterizado pelo fim das estratégias de industrialização por substituição de importações, sendo esta substituída por uma estratégia de maior abertura comercial e de menor participação do Estado nas atividades econômicas. Com base nesses indicadores agregados, foi possível perceber uma crescente divergência nos padrões de comércio exterior e no grau de abertura das duas economias. O padrão exportador do Brasil se concentrou em produtos baseados em recursos naturais, como soja, minerais metálicos e óleo vegetal e seus produtos. Já o padrão exportador do México sofreu uma forte modificação devido a forte queda na participação das exportações de petróleo.

Depois da crise da dívida externa, em 1982, os países adotaram medidas de ajuste e estabilização das condições macroeconômicas. Como uma forma de minimizar as crises no balanço de pagamentos, os dois países adotaram políticas comerciais voltadas à geração de superávits. O resultado foi um aumento no grau de abertura das duas economias, medido tanto pela razão exportações/PIB, quanto pela razão importações/PIB, no caso da economia mexicana, e o aumento da exportações/PIB para o Brasil. No caso da economia brasileira, a redução da razão importações/PIB foi o resultado conjunto do lento crescimento econômico e da necessidade de gerar superávits comerciais.

Do ponto de vista da mudança estrutural, as maiores modificações, em ambas as economias, ocorreram na participação dos setores no emprego, com a contínua queda da participação da agricultura e o correspondente aumento nos setores de comércio, serviços e administração pública. A participação do emprego nas manufaturas permaneceu relativamente estável nos dois países. Já a participação do valor adicionado mostrou evoluções similares nas duas economias. Para o Brasil, ocorreram ganhos de participação nos setores de serviços, intermediação financeira e administração pública, com uma queda na participação das manufaturas. A análise da economia mexicana revelou uma estabilidade durante todo o período na participação das manufaturas no valor adicionado, com os ganhos de participação concentrados nos setores de intermediação financeira, administração pública e serviços.

A aplicação dos indicadores estruturais, tais como o índice de circularidade, interdependência, dependência, autarquia e encadeamentos para trás e para frente, esteve restrita ao ano de 1980. Esse é o único ano para o qual há matrizes

conjuntamente para os dois países. No caso do México, não há disponibilidade nem das matrizes nem das Tabelas de Recursos e Usos, de modo que a comparação, em termos dos instrumentais de matrizes de insumo-produto, ficou restrita às matrizes de 1980. Para a realização dessa comparação, foi realizada uma compatibilização e harmonização entre as duas matrizes nacionais, com o objetivo de compararmos os indicadores estruturais. Essa é uma contribuição metodológica ao estudo comparado entre as duas economias, permitindo a sua replicação para estudos comparativos entre outras economias.

O ano de 1980 foi considerado como de fim do processo de substituição de importações nos dois países, tendo em vista que a partir de 1982, com a crise da dívida externa, essa estratégia seria progressivamente abandonada. Os dois países construíram modelos similares de industrialização por substituição de importações, chegando à década de 1980 com níveis relativamente avançados de industrialização e características estruturais similares, como o nível de articulação dos setores, embora os padrões de comércio exterior sejam bastante diferenciados, principalmente pelo lado das exportações.

A análise do capítulo 2 revelou que, a partir das matrizes de insumo-produto doméstica e total (incluindo as importações) para o ano de 1980, o grau de similaridade entre as duas economias era relativamente elevado tanto do ponto de vista global, quanto em relação aos níveis de similaridade por setor. Esse era um resultado esperado para economias com estratégias de desenvolvimento relativamente parecidas, cujas matrizes de interrelações setoriais apresentavam níveis comparáveis de articulação. Em outras palavras, o padrão e a intensidade (ou o fluxo de bens e serviços) de como os setores se articulavam entre si eram relativamente similares nas duas economias. Quando adicionamos as importações na matriz de interrelações setoriais domésticas isto implica no aumento na intensidade das relações entre os setores. Essa inclusão tende a diminuir o grau de similaridade entre as duas economias, pois as importações diferem em termos de produtos e em termos de volume.

Os resultados setoriais mostraram que a similaridade cai à medida que os setores tornam-se mais complexos do ponto de vista do *mix* de tecnologias utilizadas, expresso nos coeficientes técnicos. Uma das explicações possíveis está relacionada com os diferentes níveis de abertura comercial ao qual os setores dos dois países estavam expostos no começo da década de 1980. Os cálculos dos coeficientes de penetração de

importação e de exportação também ajudam a explicar essas dissimilaridades setoriais. Os setores com maiores coeficientes de penetração de importações e de exportação apresentaram menores níveis de similaridade entre os dois países.

No início da década de 1980, era perceptível que a estratégia de industrialização por substituição de importações proposta pelo México adotada entre 1950 e 1980, com um maior peso dos insumos importados, tinha resultado em uma maior dependência em relação a essas importações. Os dados mostraram como o resultado do processo de substituição de importações foi a montagem de estruturas produtivas com características estruturais similares e estruturas de comércio com profundas divergências nos dois países. A estrutura de exportações do México estava concentrada em torno do complexo petroquímico, cujo epicentro era a empresa estatal PEMEX, com um peso crescente do setor automotivo. Já a pauta exportadora brasileira apresentava uma maior diversificação em torno dos setores baseados em recursos naturais e manufaturas. Ao longo da década de 1980, com as reformas macroeconômicas adotadas pelos sucessivos governos mexicanos, a pauta exportadora do país deixa de estar concentrada no petróleo para um rápido aumento na participação das manufaturas, enquanto a brasileira tende a estar cada vez mais concentrada em produtos baseados em recursos naturais.

Com base na matriz de insumo-produto de 1980 para os dois países, foi possível calcular os índices de poder de dispersão e sensibilidade de dispersão, que possuem significados próximos aos índices de encadeamentos para trás e para frente. A diferença entre os dois conjuntos de índice é que o primeiro leva em consideração o peso de cada na estrutura econômica, o que não é levado em consideração pelo segundo conjunto de índices. A partir dos índices de poder de dispersão e sensibilidade da dispersão, construímos uma tipologia para classificarmos os setores em quatro categorias: setores-chave, impulsores, independentes e estratégicos. Essa tipologia é importante do ponto de vista da aplicação de políticas macroeconômicas, no sentido de identificação dos setores com maiores capacidades de impulsionar o maior número de setores na economia.

As estratégias similares de industrialização adotadas em ambos os países, até o início da década de 1980, criaram um núcleo relativamente comum de setores-chave entre as duas economias. No Brasil e no México, encontramos 8 setores-chave, sendo que 6 deles eram comum aos dois países: indústrias básicas de ferro e aço, celulose e

produtos de papel, peças e acessórios para veículos automotores, indústrias de metais não-ferrosos e produtos metálicos estruturais, fabricação de plásticos, borracha, resinas e fibras químicas e fabricação de produtos químicos básicos. Esse é um resultado importante por mostrar como o núcleo de setores com maiores capacidades de gerar encadeamentos para trás e para frente era similar entre as duas economias. Isso também mostra como o padrão de articulação entre os setores dentro das estruturas produtivas era similar. Contudo, como foi demonstrado no capítulo 2, esse núcleo comum guarda diferenças em seus graus de similaridade e em seus níveis de abertura ao comércio exterior. Os setores-chave são aqueles que apresentaram maiores coeficientes de exportações e maiores níveis de penetração das importações, resultando em menores índices de similaridade.

Para analisarmos com maiores detalhes a importância dos diversos setores nas respectivas estruturas produtivas, utilizou-se uma versão modificada do método de extração hipotética. O método clássico de extração hipotética tem por objetivo substituir linhas e colunas da matriz de insumos intermediários domésticos pelas correspondentes linhas e colunas da matriz de insumos importados. A ideia é calcular qual o efeito da substituição da produção nacional por insumos importados, medindo, assim, a importância de cada setor doméstico na economia. No presente estudo, a modificação que realizamos residiu em dois pontos: i) não substituímos as linhas e colunas da matriz de insumos intermediários domésticos pelas respectivas linhas e colunas da matriz de insumos importados, de modo a ii) calcularmos os subdeterminantes das matrizes domésticas. O objetivo do cálculo do subdeterminante é medir a perda de relações resultante da extração de cada um dos setores da economia.

Nessa abordagem a partir dos subdeterminantes, a questão não é agrupar os setores segundo a tipologia proposta, mas utilizar alguns conceitos próprios da teoria dos grafos para a análise dos setores mais importantes da economia. Ao invés de extrairmos um setor da matriz doméstica e substituí-lo pelo mesmo setor da matriz de insumos importados, a ideia foi mostrar como a extração dos setores implica na perda de certo número de conexões ou arcos entre os setores. Em outras palavras, foi possível analisar a importância dos setores não apenas pelos encadeamentos desses setores, mas também pelas conexões que seriam perdidas caso dado setor fosse completamente extraído da matriz de interações domésticas. Essa mesma ideia também foi realizada

a partir das diferenças entre os subdeterminantes e o determinante estrutural das matrizes.

Os resultados mostraram que há uma boa correspondência entre os setores-chave a partir dos conceitos de encadeamentos e os setores mais importantes do ponto de vista dos subdeterminantes. Os setores-chave das economias apresentaram altos valores para os subdeterminantes, indicando que os setores com maiores encadeamentos para trás e para frente também apresentam os maiores níveis de conexões entre os setores. Esses resultados são importantes, do ponto de vista metodológico, pois permitem uma leitura conjunta entre os instrumentos analíticos da abordagem de insumo-produto e aqueles derivados da teoria dos grafos. É possível entender os setores com maiores valores para os subdeterminantes como aqueles que possuem as maiores forças de atração e repulsão em um grafo. Dito de outro modo, são setores que estão localizados topologicamente no centro dos grafos, demandando e ofertando uma grande quantidade de fluxo de bens e serviços.

O arranjo interno das estruturas ou a posição e a intensidade das ligações entre os setores determina o grau de complexidade das estruturas produtivas, o que pode ser captado pelo cálculo do índice global de circularidade. Na comparação entre o Brasil e o México, esse indicador mostrou como a estrutura produtiva brasileira era mais complexa do que a mexicana. Essa maior complexidade se refletiu em uma maior taxa de interdependência entre os setores.

A construção e utilização desse índice global de circularidade visou preencher uma lacuna dentro da literatura que analisa a evolução das estruturas produtivas, qual seja: a falta de um indicador suficientemente sintético e robusto do ponto de vista metodológico. Ademais, esse índice pode ser decomposto em outros indicadores, como taxa de interdependência, taxa de dependência/triangularidade e taxa de autarquia.

A análise do Capítulo 3 teve por objetivo dar continuidade ao estudo da relação entre comércio exterior e estrutura produtiva. A partir de meados da década de 1990, os dois países consolidam seus processos de abertura comercial, com a assinatura de diferentes acordos comerciais regionais, o *Tratado de Libre Comercio de América del Norte* (TLCAN) para o México e o Mercado Comum do Sul (Mercosul) no caso do Brasil. A assinatura desses acordos regionais aumentou o grau de abertura comercial das duas economias e aprofundou os padrões de comércio exterior herdados da década de 1980.

O grande aumento das importações de insumos na década de 1990 e ao longo dos anos 2000 estaria relacionado ao processo de abertura comercial, à valorização persistente do câmbio e às estratégias microeconômicas de localização das plantas industriais das empresas transnacionais. O processo de fragmentação produtiva e a consequente formação das cadeias globais de valor parecem ter exacerbado os padrões de especialização comercial de ambos os países. Em que pese os diferentes posicionamentos e graus de participação dos dois países nessas cadeias, o fato é que as respectivas inserções nessas cadeias não foram capazes de modificar seus padrões de exportação e de importação.

A análise da mudança estrutural a partir de indicadores agregados, como as participações relativas dos setores no valor adicionado e no emprego, mostrou um aumento nos dois países da participação das manufaturas no valor adicionado entre 1994 e 2000. Uma das possíveis explicações para esse aumento está relacionada com a assinatura dos acordos comerciais, que permitiu a deslocalização de empresas entre os países-membro do Mercosul e do TLCAN. Contudo, a partir de 2001 ocorre uma estabilização seguida por uma queda, em ambos os países, na participação das manufaturas no valor adicionado. A análise para o período de 1950-2010 mostrou como a queda de participação das manufaturas no valor adicionado, para o caso do Brasil, ocorre desde o início da década de 1970, interrompida no período entre 1992-2000.

A entrada de China na Organização Mundial do Comércio, em dezembro de 2001, provocou uma reorganização espacial da produção industrial. Atraídas pelo baixo custo da mão-de-obra e pelas políticas industriais de atração de capital estrangeiro do governo chinês, as empresas transnacionais deslocam seus processos produtivos de países como México e Brasil para a China e outros países da Ásia. O resultado para o Brasil e para o México foi o ganho de participação no valor adicionado de setores como construção civil, comércio e transporte, armazenagem e comunicações.

A diminuição da participação das manufaturas no valor adicionado foi seguida, ainda que em menor medida, por uma queda na participação desse setor no emprego. Os setores que mais ganharam participação foram comércio, construção civil, intermediação financeira e serviços. Quando analisamos o Brasil e o México em relação a outros países em desenvolvimento e desenvolvidos, os resultados mostraram uma tendência de queda generalizada na participação do emprego nas manufaturas para os países desenvolvidos e em alguns países em desenvolvimento. O objetivo dessa

comparação foi o de mostrar como o Brasil e o México estão inseridos em uma tendência que ocorreu em nível mundial, devido, entre outros fatores, a deslocalização de plantas industriais para a China.

Uma vez realizada a análise dos indicadores agregados de comércio exterior e mudança estrutural, aprofundamos o estudo a partir de indicadores derivados das matrizes de insumo-produto da *World Input-Output Database* (WIOD) para o período entre 1995 e 2011. Essa disponibilidade de matrizes de insumo-produtos compatíveis entre si e com longos intervalos temporais permitiu que analisássemos o grau de similaridade das estruturas produtivas do Brasil e do México para os anos de 1995, 2000 e 2011. Os resultados mostraram um crescimento no índice de similaridade entre as estruturas produtivas das duas economias tanto do ponto de vista global, quanto do ponto de vista setorial.

Uma das principais características dos processos de reestruturação produtiva do Brasil e do México, ocorridos no âmbito da abertura comercial e integração nas redes globais/regionais de produção, foi o aumento do consumo intermediário importado. Ao analisarmos conjuntamente o índice de similaridade setorial e a participação do consumo intermediário doméstico e importado no total, segundo o setor, observou-se que os menores índices de similaridade estão localizados naqueles setores mais dependentes em relação aos insumos importados. Esses setores estão localizados principalmente na indústria de transformação. Nesse sentido, concluiu-se que o grau de similaridade entre os setores das duas economias dependeu do grau de abertura desses mesmos setores.

A análise comparada dos coeficientes setoriais de importação do Brasil e do México revelou como as estruturas produtivas dos dois países dependem de forma diferenciada dos insumos importados. Ainda que o coeficiente de importação tenha aumentado para todos os setores da economia brasileira, observou-se uma grande diferença em relação ao coeficiente setorial de importação da economia mexicana. Essas diferenças nos coeficientes setoriais de importação são o resultado das diferentes estratégias de integração internacional adotadas pelos dois países durante a década de 1980, que determinaram, como vimos no Capítulo 2, diferentes padrões de comércio exterior e, dessa forma, diferentes necessidades em termos de insumos importados. Ainda que as duas economias diverjam em termos do coeficiente setorial de importação, mostramos como os maiores coeficientes estiveram localizados nos mesmos setores:

equipamentos de transporte, equipamentos elétricos e ópticos, maquinaria não especificada, outras manufaturas, borracha e plásticos, metais básicos, químicos e produtos químicos.

Esses resultados indicam que houve certa invariância no padrão de importação das economias brasileira e mexicana no sentido de que os principais setores importados em 1995 eram também os principais importadores em 2011. Os acordos regionais, Mercosul e TLCAN, e a inserção nas cadeias de valor parecem apenas aprofundar características herdadas do período de industrialização por substituição de importações. Uma dessas características parece ser a rigidez da oferta doméstica em atender à expansão da demanda, de modo que os setores domésticos passaram a depender em forma crescente dos insumos importados.

Do ponto de vista do índice de complexidade estrutural, mostramos como a economia brasileira apresentou índices superiores ao da economia mexicana para todo o período. Isso significa que a estrutura produtiva brasileira era mais complexa do que a mexicana, com maiores taxas de interdependência entre os setores. Contudo, em termos de evolução temporal do índice de complexidade estrutural, observou-se uma contínua queda nesse índice para as duas economias. Argumentamos que essa diminuição nos índices de circularidade das duas economias é o resultado da maior dependência dos setores domésticos em relação aos insumos importados e da ausência de políticas econômicas voltadas para mitigar as reduções nas complexidades estruturais.

Outro resultado que chamou a atenção foi a relativa estabilidade dos setores nos quatro quadrantes (setores-chave, impulsores, independentes e estratégicos). Isso indicou a existência de certos padrões invariantes em ambas as estruturas produtivas, com poucos setores modificando as suas localizações. Além disso, observou-se uma relativa sobreposição de setores nos mesmos quadrantes nas duas economias. Ou seja, existem grupos de setores que pertencem aos mesmos quadrantes nos dois países. Essa é uma conclusão importante na medida em que aponta que as transformações verificadas no âmbito do comércio exterior dos dois países, com a consequente perda de complexidade em suas estruturas produtivas, não foi capaz de modificar os padrões de articulação inter-setorial herdados do processo de substituição de importações.

Por fim, mostramos a existência de uma relação não-linear, para as duas economias, entre os índices de poder de dispersão e sensibilidade de dispersão e os índices de encadeamentos para trás e para frente nas cadeias globais de valor. Essa é

uma conclusão importante na medida em que aponta que as transformações verificadas no âmbito do comércio exterior dos dois países, com a consequente perda de complexidade em suas estruturas produtivas, não foi capaz de modificar os padrões de articulação inter-setorial herdados do processo de substituição de importações. Nesse sentido, podemos afirmar que as estruturas produtivas construídas historicamente determinaram as trajetórias da inserção internacional das economias no período de 1995 à 2011.

Os resultados encontrados mostram as dificuldades e desafios na adoção de políticas econômicas voltadas para uma inserção dinâmica dos países no comércio internacional no sentido de aprofundar e construir novas vantagens comparativas em setores com potencial de crescimento da demanda. Embora os desafios das políticas econômicas não estejam restritas às políticas industriais, a crescente complexidade e interdependência entre os países no comércio global e nas cadeias de produção, colocam em questão antigos paradigmas, como o imperativo do adensamento das cadeias de produção domésticas, principalmente aquelas localizadas nas manufaturas. Além disso, o exemplo do México mostrou que a exportação de produtos com alto valor agregado não é condição suficiente para uma inserção mais dinâmica dos países nas cadeias globais de valor nem para a obtenção de maiores taxas de crescimento.

Em um mundo caracterizado pela fragmentação dos processos produtivos e formação de redes globais e regionais de produção e de valor, a efetividade das políticas econômicas em maximizar os ganhos da participação nas cadeias de valor depende não somente do desenho das políticas, mas das sinergias entre as políticas. Os debates ocorridos no Brasil e no México estiveram centrados na criação de incentivos governamentais, os quais permitiriam o desenvolvimento nacional de etapas ou estágios com alto valor agregado, em setores criadores de externalidades tecnológicas, tais como máquinas e equipamentos de transporte, equipamentos eletroeletrônicos e aeroespacial.

A adoção de políticas de conteúdo local parece, porém, ir contra a própria lógica de integração das estruturas produtivas às cadeias de valor, uma vez que estas requerem uma maior flexibilidade na escolha dos fornecedores (Ferraz, Gutierrez e Cabral, 2015). O atual contexto de integração internacional dos dois países nos fluxos de bens e serviços é caracterizado pela predominância das estratégias de liberalização comercial, grandes fluxos de comércio exterior e a proliferação de acordos comerciais

bilaterais e multilaterais, que restringem os instrumentos de política econômica disponíveis para promover mudanças estruturais.

A persistência de modelos de exportação baseados em recursos naturais, como no Brasil e em outros países da América do Sul, e baseados nas *maquilas* de exportação, como no México e em outros países da América Central, tem alimentado o debate sobre a necessidade e como a política industrial pode desencadear processos de mudança estrutural e criar vantagens comparativas dinâmicas em setores nos quais a inovação joga um importante papel. O debate sobre a adoção de políticas industriais ganhou novos contornos no Brasil e no México, quando a participação das manufaturas no valor adicionado diminuiu e a capacidade da indústria gerar empregos praticamente estagnou na década de 1990 e ao longo dos anos 2000. Como mostramos nos Capítulos 2 e 3, ambas as economias construíram núcleos de setores-chave praticamente invariantes no período em análise. Esses padrões indicam, por um lado, uma rigidez nas estruturas produtivas e, por outro lado, uma baixa capacidade dos padrões de comércio exterior em gerar transformações estruturais. Apesar dessa aparente contradição, sua adoção pode estimular o desenvolvimento de atividades mais sofisticadas ou específicas que qualifiquem o país a participar em etapas das “cadeias globais” geradoras de maior valor agregado.

Em nosso entendimento, os resultados acerca dos padrões de comércio exterior e da forma como os setores se articulam nas duas economias mostram a importância da adoção de políticas industriais setoriais. Em que pese as críticas em relação à escolha de setores específicos para a adoção de políticas públicas, dado o risco dos formuladores de política econômica serem capturados pelos interesses das empresas privadas, os resultados apontam que os diferentes setores possuem diferentes efeitos sobre o desenvolvimento econômico. Nesse sentido, as políticas públicas voltadas para a mudança estrutural no Brasil e no México devem buscar criar novas vantagens comparativas.

O presente estudo avançou no sentido de analisar comparativamente as estruturas produtivas e os padrões de comércio do Brasil e do México desde o fim do processo de substituição de importações, no início da década de 1980, até a inserção das duas economias nas cadeias globais de valor, ao longo dos anos 2000. A comparação realizada a partir de matrizes de insumo-produto e da teoria dos grafos de influência é uma contribuição, empírica e metodológica, ao debate dos efeitos do comércio exterior

sobre as estruturas produtivas. A utilização do índice global de circularidade ou de complexidade estrutural visou contribuir para o entendimento de como evoluíram as estruturas produtivas das duas maiores economias da América Latina.

O estudo comparativo mostrou uma perspectiva estrutural de longo prazo entre as duas economias, embora a comparação do Brasil e do México com outras economias em desenvolvimento e desenvolvidas tenha aparecido marginalmente no presente estudo. Do ponto de vista empírico, é interessante avançar no sentido de colocar em uma perspectiva mais ampla as duas economias. Essa perspectiva mais ampla permitirá entender se os desenvolvimentos ocorridos no âmbito das duas economias, em termos de estrutura produtiva e de comércio exterior, são específicos às duas economias ou fazem parte de padrões de mudança estrutural mais gerais, envolvendo outros países desenvolvidos e em desenvolvimento. Assim, é possível investigar como estruturas produtivas historicamente determinadas são influenciadas pelos diferentes padrões de especialização comercial dos países. Os estudos futuros a partir desse enfoque constituiriam uma importante contribuição dentro da tradição estruturalista da CEPAL.

Já do ponto de vista metodológico, faz-se necessário avançar no estudo da teoria dos grafos, particularmente em um melhor entendimento da decomposição do índice global de circularidade em seus indicadores de interdependência, dependência e autarquia. No Capítulo 1, o processo de decomposição desses indicadores a partir do índice global de circularidade não é desenvolvido. Em estudos futuros, a decomposição deve ser explicitada de modo a compreendermos como a circularidade ou os efeitos de retroalimentação entre os setores pode ser entendida a partir das influência diretas e indiretas, em termos de demanda e oferta de insumos intermediários, que esses setores exercem entre si. Ademais, dada a disponibilidade de matrizes de insumo-produto para vários países desenvolvidos e em desenvolvimento, a utilização da teoria dos grafos permite a visualização da rede de comércio e da estrutura produtiva e a utilização de indicadores (densidade da rede, coeficiente de agrupamento, entre outros) para essas redes, que têm uma utilização ainda incipiente nos estudos econômicos.

REFERÊNCIAS

- AKAMATSU, K. **A historical pattern of economic growth**. Journal of Developing Economies, v.1(1), p.3-25, 1962.
- AMADOR, J., CAPPARIELLO, R., STEHRER, R. **Global value chains: a view from the euro area**. Working Paper Series (European Central Bank), nº1761, 2015.
- AMARAL, J. F., DIAS, J., LOPES, J. **Complexity as interdependence in input-output systems**. Environment and Planning A, 39, p. 1170-82, 2007.
- ANTILLE, G., FONTELA, E., GUILLET, S. **Changes in Technical Coefficients: The Experience with Swiss I/O Tables**. Paper presented at the 13th International Conference on Input-Output Techniques, Macerata, 2000.
- AROCHE, F. **Economic structures in Brazil, Mexico and South Korea: an input-output application**. 1993. 241 f. Tese (Doutorado em Economia) – Queen Mary and Westfield College, University of London, Londres.
- AROCHE, F. **Regímenes de crecimiento, cambio estructural y coeficientes de insumo**. El Trimestre Económico, v. 73, nº 292(4), p. 881-902, 2006.
- AUJAC, H. **La hiérarchie des industries dans un tableau des échanges interindustriels**. Revue Economique, 11, p. 169-238, 1960.
- BAER, W., FONSECA, M. A., GUILHOTO, J. M. **Structural changes in Brazil's industrial economy, 1960-80**. World Development, v14, p.275-286, 1987.
- BALDWIN, R. **Trade and industrialization after globalization's 2nd unbundling: how building and joining a supply chain are different and why it matters**. NBER Working Paper, nº 17716, 2011.
- BARIGOZZI, M., FAGIOLO, G., GARLASCHELLI, D. **The multi-network of international trade: a commodity-specific analysis**. LEM Working Paper Series, No. 2009/09, Sant'Anna School of Advanced Studies of Pisa, 2009.
- BARROS, J. M., GOLDENSTEIN, L. **Avaliação do processo de reestruturação industrial brasileiro**. Revista de Economia Política, v. 17, nº 2, 1997.
- BAUMOL, W. **Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis**. The American Economic Review, v. 57, 1967.
- BERGE, C. **The theory of graphs**. Nova Iorque: Dover Publications, 2001.
- BIELSCHOWSKY, R. Cinquenta anos de pensamento da CEPAL: um resenha. In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento da CEPAL**. Rio de Janeiro, Record, COFECON e CEPAL, 2000.

- BODDIN, D. **The role of newly industrialized economies in global value chains.** IMF Working Paper, nº16, 2016.
- BONELLI, R., PESSOA, S., MATOS, S. Desindustrialização no Brasil: fatos e interpretação. In: BACHA, E., de BOLLE, M. (Orgs.). **O futuro da indústria no Brasil: desindustrialização em debate.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.
- BOTT, R., MAYBERRY, J. P. **Matrices and trees.** In: MORGENSTERN, O. (Ed.). **Economic activity analysis.** Nova Iorque: Wiley, 1954.
- BREDA, E., CAPPARIELLO, R., ZIZZA, R. **Vertical specialisation in Europe: evidence from the import content of exports.** Temi di discussion (Economic Working Papers), nº 682, Bank of Italy, 2008.
- BRESSER-PEREIRA, L.C, OREIRO, J.L, MARCONI, N. **A Theoretical Framework for Structuralist Development Macroeconomics.** Anais do 41º Encontro Nacional de Economia, Foz do Iguaçu, 2013.
- BRITTO, G. **Abertura comercial e reestruturação industrial no Brasil: um estudo dos coeficientes de comércio.** 2002. 145 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- CAI, J., LEUNG, P. **Linkage measures: a revisit and a suggested alternative.** Economic Systems Research 16 (1), p. 65-85, 2004.
- CANUTO, O., FLEISCHHAKER, C., SCHELLEKENS, P. **The curious case of Brazil's closedness to trade.** Policy Research Working Paper, nº 7228, 2015.
- CARDERO, M. E., GALINDO, L. M. **From the import substitution model to the import-export model: reassessing Mexico's trade liberalization process during the last two decades.** The Journal of Economic Asymmetries, v.2, p.71-97, 2005.
- CARDERO, M. E., AROCHE, F. **Cambio estructural comandado por apertura comercial: el caso de la economía mexicana.** Estudios Económicos, v.23, p.203-252, 2008.
- CARNEIRO, R. **Desenvolvimento em crise: a economia brasileira no pultimo quarto do século XX.** São Paulo: Editora Unesp e UNICAMP, 2002.
- CARTER, A. **Structural Change in the American Economy.** Harvard: Harvard University Press, 1970.
- CASTILHO, M., PUCHET, M. A. Commercial integration and the structure of trade flow in Latin America. In: PUNZO, L., FEIJÓ, C. A., PUCHET, M. A. (Orgs.). **Beyond the global crisis: structural adjustments and regional integration in Europe and Latin America.** Reino Unido: Routledge, 2012.
- CASTILHO, M. Exportações brasileiras de bens manufaturados e integração regional: evolução recente e perspectivas. In: CGEE (Org.). **Dimensões estratégicas do**

desenvolvimento brasileiro (V.4). Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

CASTILLO, J. C., de VRIES, G. **The domestic content of Mexico's maquiladora export: 1988-2006**. Paper prepared for the Workshop "The Wealth of Nations in a Globalizing World" Groningen, Netherlands, 2013.

CASTRO, A. B., SOUZA, F. **A economia brasileira em marcha forçada**. São Paulo: Paz e Terra, 1985.

CELLA, G. **The input-output measurement of interindustry linkages**. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 46, n.º. 1, p.73-84, 1984.

CEPAL. **La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades**. Santiago de Chile: CEPAL, 2008.

CEPAL. **Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe: Integración regional y cadenas de valor en un escenario externo desafiante**. Santiago de Chile: CEPAL, 2014.

CERVANTES, R., FUJII, G. **The Mexican trade liberalization process and its net effects on employment: 1988-2004**. *EconoQuantum*, v. 9, n. 2, p. 81-97, 2012.

CHENERY, H., SYRQUIN, M. **Patterns of development: 1950-1970**. London: Oxford University Press, 1975.

CHENERY, H. **Interaction between Industrialization and Exports**. American Economic Association, 1980. World Bank Reprint Series n. 150, Washington, D.C.: World Bank.

CHENERY, H. **Industrialization and growth: the experience of large countries**. In: World Bank staff working papers N.º 539, Washington, D.C.: World Bank, 1982.

CHENERY H., ROBINSON, S. SYRQUIN, M. **Industrialization and growth: A Comparative Study**. World Bank, Oxford University Press, 1986.

CHENERY, H. B.; WATANABE, T. **International comparisons of the structure of production**. *Econometrica*, vol. 26, P. 487-521, 1958.

CLEMENTS, B. J. **On the decomposition and normalization of interindustry linkages**. *Economics Letters*, 33, p.337-340, 1990.

CLEMENTS, B. J., ROSSI, J. W. **Interindustry linkages and economic development: the case of Brazil reconsidered**. *The Developing Economies*, v.29, p. 166-187, 1991.

COUTINHO, L. A especialização regressiva: um balanço do desempenho industrial pós estabilização". In. VELLOSO, J.P.R. (org.). **Brasil: desafios de um país em transformação**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1997.

- CRAMA, Y., DEFOURNY, J., Gazon, J. **Structural decomposition of multipliers in input-output or social accounting matrix analysis**. *Economie Appliquée*, v.37, p. 215-222, 1984.
- CRUZ, E. O. **El cambio estructural en México y las empresas pequeñas y medianas**. *Revista de Comercio Exterior*, v. 47, n° 1, 1997.
- De BECKER, K., MIROUDOT, S. **Mapping global value chains**. European Central Bank, Working Paper Series, n° 1677, 2014.
- DEFOURNY, J. **Une approche structurale pour l'analyse input-output: un premier bilan**. *Économie Appliquée*, v.35, p. 203-230, 1982.
- DEFOURNY, J., THORBECKE, E. **Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting framework**. *In: Economic Journal*, 94, p. 111-136, 1984.
- DeLONG, B. **NAFTA and other trade deals have not gutted American manufacturing — period**. 2016. Disponível em: < <http://www.vox.com/the-big-idea/2017/1/24/14363148/trade-deals-nafta-wto-china-job-loss-trump> >. Acessado em: 20/02/2017.
- DIAMOND, J. **Key sectors in some underdeveloped countries: a comment**. *Kyklos*, v.4, p. 672-674, 1976.
- DIETZENBACHER, E. **The measurement of interindustry linkages: Key sectors in the Netherlands**. *Economic Modelling*, 9, p. 419-37, 1992.
- DIETZENBACHER, E. et al. **The regional extraction method: EC input-output comparisons**. *Economic Systems Research*, v.5, p. 185-207, 1993.
- DIETZENBACHER, E., VAN DER LINDEN, J. A. **Sectoral and spatial linkages in the EC production structure**. *Journal of Regional Science*, 37(2), p. 235–247, 1997.
- DIETZENBACHER, E., Los, B. **Externalities of R&D Expenditures**. *Economic Systems Research*, 14, p. 407-25, 2002.
- DIETZENBACHER, E., ROMERO, I. **Production Chains in an Interregional Framework: Identification by Means of Average Propagation Lengths**. *International Regional, Science Review*, 30, p. 362-83, 2007.
- DIETZENBACHER, E. et al. **The construction of World Input-Output Tables in the WIOD project**. *Economic Systems Research*, v.25, p. 71-98, 2013.
- DRIDI, C., HEWINGS, G. **Industry Associations, Association Loops and Economic Complexity: Application to Canada and the United States**. *Economic Systems Research*, 14, p. 275-96, 2002.

DUSSEL-PETERS, E., GALLAGHER, K. P. **El huésped no invitado del TLCAN: China y la desintegración del comercio en América del Norte**. Revista de la CEPAL, nº110, 2013.

DWECK, E., KUPFER, D., FREITAS, F. **Some Indicators of Structural Dynamics of the Brazilian Economy Between 1985 e 2004**. Mimeo, 2008.

FAJNZYLBER, F. **La industrialización trunca de América Latina**. México: Editorial Nueva Imagen, 1983.

FEENSTRA, R. **Integration of trade and disintegration of production in the global economy**. Journal of Economic Perspectives, v. 12, p. 31-50, 1998.

FERRAZ, L., GUTIERRE, L., CABRAL, R. A indústria na era das cadeias globais de valor. In : BARBOSA, N. et al. (Orgs). **Indústria e desenvolvimento produtivo**. Rio de Janeiro : Elsevier e Fundação Getúlio Vargas, 2015.

FERRAZ, J. C., KUPFER, D., IOOTY, M. **Competitivdad industrial en Brasil 10 años después de la liberación**. Revista de la CEPAL, v. 82, p.91-119, 2004.

FINN, J. T. **Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows**. Journal of Theoretical Biology, 56, p. 363-80, 1976.

FONTELA, E., LOPEZ, A., PULIDO, A. **Structural comparison of input-output tables**. Paper presented at the 22th International conference on Input-Output Techniques, Macerata, Itália, 2000.

FORNARI, V. C. B., GOMES, R., HIRATUKA, C. **Mudanças recentes nas relações intersetoriais: um exame das atividades de serviço e industriais**. Revista Brasileira de Inovação, v. 16, nº 1, pp. 157-188, 2017.

FORSELL, O. Experiences of studying changes in input-output coefficients in Finland. In: SMYSHILAV, A. (Org.). **Proceedings of the Fourth IIASA Task Force Meeting on the I-O Model**, Vienna, 1983.

FRAGA-CASTILLO, C. A., MORENO-BRID, J. C. **Exportaciones, términos de intercambio y ciclos de crecimiento económico de México y Brasil**. EconoQuantum, v. 12, nº 1, p. 71-95, 2016.

FREITAS, F., DWECK, E. **The Pattern of Economic Growth of the Brazilian Economy 1970–2005: A Demand-Led Growth Perspective**. 2010. Disponível em: <http://host.uniroma3.it/eventi/sraffaconference2010/abstracts/pp_freitas.pdf>. Acessado em: 28/02/2017.

FRUCHTERMAN, T., REINGOLD, E. **Graph drawing by force-directed placement**. Software – Practice and Experience, v. 21, nº 11, p. 1129-1164, 1991.

FUJII, G.; CERVANTES, R. **Valor añadido en las exportaciones manufactureras de México**. CEPAL Review, 110, 2013.

FUKUI, Y. **A more powerful method for triangularizing input-output matrices and the similarity of production structures.** *Econometrica*, v. 54, 1986.

GALLO J. **Information et pouvoir dans les organisations: un essai de quantification par la théorie des graphes d'influence.** 2006. 451 f. Tese (Doutorado em Economia) - Economies et finances. Université Panthéon-Sorbonne – Paris I.

GAZON, J. **Transmission de l'influence économique: une approche structurale.** Paris: Sirey, 1976.

GUILHOTO, J. J. M., IMORI, D. **Brazilian role in the global value chains.** Department of Economics, FEA-USP: Working Paper Series 2014-24, 2014.

HAGGARD, S. **Pathways from periphery: the politics of growth in the newly industrializing countries.** Nova Iorque: Cornell University Press, 1990.

HAMAGUCHI, N. Integração Produtiva Regional no Leste da Ásia. In: ALVAREZ, R.; BAUMAN, R.; WOHLERS (Orgs.). **Integração Produtiva: caminhos para o Mercosul.** Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2010.

HARBERG, A. C. **A vision of the growth process.** *American Economic Review*, v. 88 (1), p. 1-32, 1998.

HAUSMAN et al. **The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity.** Cambridge, MA: Mit Press, 2014.

HAZARI, B. R. **Empirical identification of key sectors in the Indian economy.** *The Review of Economics Statistics*, v. 52, p. 301-305, 1970.

HERMIDA, C. C. **Padrão de especialização comercial e crescimento econômico do Brasil no contexto da fragmentação da produção e das cadeias globais de valor.** 2016. 287 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

HEWINGS, G. **The empirical identification of key sectors in an economy: a regional perspective.** *The Developing Economies*, volume 20, p. 173-195, 1982.

HEWINGS, G. et al. **Key sectors and structural change in the Brazilian economy: a comparison of alternative approaches and their policy implications.** *Journal of Policy Modeling*, v.11, p. 67-90, 1989.

HEWINGS, G. et al. **The hollowing-out process in the Chicago economy, 1975-2011.** *Geographical Analysis*, 30, p. 217-233, 1998.

HEWINGS, G.; OKUYAMA, Y.; SONIS, M. **Economic interdependence within the Chicago metropolitan area: a Miyazawa analysis.** *Journal of Regional Science*, 41, Nº 2, p. 195-217, 2001.

- HEWINGS, G., SONIS, M., BOYCE, D. **Trade, networks and hierarchies**. Berlín: Springer-Verlag, 2002.
- HIDALGO, C. et al. **The product space conditions the development of Nations**. *Science*, 317(5837), p. 482-487, 2007.
- HIRSCHMAN, A. **La estrategia de desarrollo económico**. México: Fondo de Cultura Económica, 1961.
- HIRSCHMAN, A. **De la economía a la política y más allá**. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.
- HORN, R.; JOHNSON, C. **Matrix analysis**. Nueva York: Cambridge University Press, 2012.
- HSIEH, C.; KLENOW, P. **Misallocation and Manufacturing TFP in China and India**. *Quarterly Journal of Economics*, 124(4), 2009.
- HUMMELS, D., ISHII, J., YI, K. M. **The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade**. *Journal of International Economics*, 54(1), pp. 75–96, 2001.
- HURWICZ, L. **Input-output analysis and economic structure**. *American Economic Review*, 45, p. 626-636, 1955.
- ISARD, W., OSTROFF, D. J. **General interregional equilibrium**. *Journal of Regional Science*, 2, p. 139-146, 1960.
- JOHANSSON, B., KARLSSON, C., WESTIN, L. **Patterns of a network economic**. Berlín: Springer-Verlag, 1994.
- JORGENSEN, D. W., TIMMER, M. P. **Structural change in advanced nations: A new set of stylised facts**. *Scandinavian Journal of Economics*, v. 113, p. 1–29.
- KALDOR, N. **The Essential Kaldor**. Nueva York: Holmes & Meier, 1989.
- KATZ, J. **Reformas estructurales, productividad y conducta tecnológica en América Latina**. México: Fondo de Cultura Económica e CEPAL, 2000.
- KOOPMAN, R., WANG, Z., WEI, S-J. **How Much Chinese Exports Is Really Made in China—Assessing Foreign and Domestic Value-added in Gross Exports**. NBER Working Paper, n° 14109.
- KOWALSKI, P., et al. **Participation of developing countries in global value chains: implications for trade and trade-related policies**. *OECD Trade Policy Papers*, n° 179, 2015.

KUPFER, D. A indústria brasileira após a abertura. In: CASTRO, A.C. et al. (Orgs.). **Brasil em desenvolvimento: economia, tecnologia e competitividade**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

KUPFER, D. et al. **Different Partners, Different Patterns: Trade and Labour Market Dynamics in Brazil's Post-Liberalisation Period**. OECD Trade Policy Papers, N° 149, OECD Publishing, 2013.

KUME, H. **A política de importação no Plano Real e a estrutura de proteção efetiva**. IPEA, Texto para Discussão, n° 423, 1996.

KUZNETS, S. **Teoria do crescimento econômico: taxa, estrutura e difusão**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.

LAMEL, J, RICHTER, J. TEUFELSBAUER, W. **Triangulation of input—output tables for EEC countries**. Annexure III to Gentile R, Messy R, Skolka J Preparation of the Set of the Standardized Input — Output Tables and First Results of the Comparative Analysis Fifth International Conference on Input—Output Techniques, 1971.

LANTNER, R. **Recherche sur l'interprétation d'une matrice input-output**. In: *Revue d'économie politique*, 82(2), p. 435-442, 1972a.

LANTNER, R. **L'analyse de la dominance économique**. In: *Revue d'économie politique*, 82, p. 216-283, 1972b.

LANTNER, R. **Théorie de la dominance économique**. Paris: Dunod, 1974.

LANTNER, R. Influence graph theory applied to structural analysis. In: DIETZENBACHER, E. (Org.). **Input-output analysis: frontiers and extensions**. Nova Iorque: Palgrave, 2001.

LANTNER, R., CARLUER, F. **Spatial dominance: a new approach to the estimation of interconnectedness in regional input-output tables**. *Annals of Regional Science*, 38, p. 451- 467, 2004.

LANTNER, R.; LEBERT, D. **Dominance, dependence and interdependence in linear structures: a theoretical model and an application to the international trade**. Documents de travail du Centre d'Economie de la Sorbonne, n° 43, 2013.

LAPLANE, M., SARTI, F. Investimento direto estrangeiro no Brasil nos anos 90 : determinantes e estratégias. In : CHUDNOVSKY, D. (Org.). **Investimentos externos no Mercosul**. Campinas : Papirus e UNICAMP, 1999.

LE MASNE, P. **Le système productif français face a ses voisins européens**. Troisième Colloque de Comptabilité Nationale, Paris, 1988.

LEONTIEF, W. **The structure of the American economy, 1919-1939**. Nova Iorque: Oxford University Press, 1951.

LEONTIEF, W. **Análisis económico input-output**. Barcelona: Ediciones Orbis, 1985.

- LIMA, J. D.; ZACLICEVER, D. **América Latina y el Caribe en las cadenas internacionales de valor**. Serie Comercio Internacional N° 124, CEPAL, 2013.
- LEWIS, A. **Teoría del desarrollo económico**. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 1958.
- LOCATELLI, R. L. **Relações intersetoriais e estratégia de desenvolvimento: o caso brasileiro reexaminado**. Revista Brasileira de Economia, v.37, 1983.
- LOPES, J. C., DIAS, J., AMARAL, J. F. **Assessing economic complexity with input-output based measures**. Working Paper, n° 49, School of Economics and Management, Technical University of Lisbon, 2008.
- MACMILLAN, M., RODRIK, D. Globalization, Structural Change and Productivity. *In: Making Globalization Socially Sustainable*. Genebra: WTO, 2011.
- MARCONI, N. Estrutura produtiva e desenvolvimento econômico. In : BARBOSA, N. et al. (Orgs). **Indústria e desenvolvimento produtivo**. Rio de Janeiro : Elsevier e Fundação Getúlio Vargas, 2015.
- MARÉE, M., DEFOURNY, J. **La circularité comme aspect particulier de l'articulation intersectorielle: une approche structurale**. Mondes en développement, 22, p. 283-314, 1978.
- MARÍN, L. G. **La industria siderúrgica en México**. Momento Económico, v.24, p. 8-9, 1986.
- MEDEIROS, C. Integração Produtiva: A Experiência Asiática e Algumas Referencias para o Mercosul. In: **Integração Produtiva - caminhos para o Mercosul**. Série Cadernos da Indústria, ABDI, v. 36, Brasília. 2010.
- MEDEIROS, C. **Inserção externa, crescimento e padrões de consumo na economia brasileira**. Brasília: IPEA, 2015.
- MEDEIROS, C., TREBAT, N. **Finance, trade, and income distribution in global value chains: implications for developing economies and Latin America**. Instituto de Economia - Texto para Discussão - , n° 002, 2017.
- MEMEDOVIC, O., IAPADRE, L. **Structural change in the world economy: main features and trends**. UNIDO Working Paper, n° 24, 2009.
- MESSA, A. **Structural change in the Brazilian economy in the 2000s**. Revista de Economia Contemporânea, v. 17, n° 3, 2013.
- MILLER, R. Interregional feedback effects in input-output models: some preliminary results. *Regional Science*, 17, p. 105-125, 1966.
- MILLER, R. E., BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 2009.

MIYAZAWA, K. **Input-output analysis and the structure of income distribution**. Nova Iorque: Springer-Verlag, 1976.

MONROE, D., HEWINGS, G., GUO, D. The role of intraindustry trade in interregional trade in the Midwest of the US. In: COOPER, R., DONAGHY, K., HEWINGS, G. (Eds.). **Globalization and Regional Economic Modeling**. Berlim: Springer-Verlag, 2007.

MORANCHEL, C. M., MORALES, R. O. **Vertical Specialization: a comparison between the economies of Mexico and China, from the perspective of Input-Output**. Paper presented at the 22nd International Input-Output Conference, Lisbon, 2014.

MORCEIRO, P., GOMES, R., MAGACHO, G. R. Conteúdo importado na produção industrial e na demanda final do Brasil recente: uma proposta de indicadores de importação e de conteúdo nacional/estrangeiro. In: **Anais do XL Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 40th Brazilian Economics Meeting]**. ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós graduação em Economia, 2012.

MORENO-BRID, J. C., ROS, J. **Desarrollo y crecimiento em la economía mexicana: una perspectiva histórica**. México: Fondo de Cultura Económica e CEPAL, 2010.

MORILLAS, A. **Aplicación de la teoría de grafos al estudio de los cambios en las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en la década de los 80**. Tablas input-output y cuentas regionales. Instituto de Estadística de Andalucía, 1995.

NASSIF, A. **O complexo eletrônico brasileiro**. 2002. Disponível em: <http://www.bndepar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial08.pdf>. Acesso em 28/02/2017.

NASSIF, A. **Há evidências de desindustrialização no Brasil?** Revista de Economia Política, v. 28, nº 1, 2008.

OCAMPO, J. A. The quest for dynamic efficiency: structural dynamics and economic growth in developing countries. In: OCAMPO, J. A. (Org.). **Beyond reforms: structural dynamics and macroeconomic vulnerability**. Washington, D.C.: CEPAL e Stanford University Press, 2005.

OCAMPO, J. A., VOS, R. **Uneven economic development**. Londres e Nova Iorque: Zed Books, Third World Network e United Nations, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. **A liberalização comercial brasileira e os coeficientes de importação: 1990/95**. IPEA, Texto para Discussão, nº 703, 1999.

OOSTERHAVENS, J., EDING., G. J., STELDER, T. M. **Clusters, linkages and regional spillovers: methodology and policy implications for the two Dutch mainports and the rural north**. Regional Studies, 35, p. 809-822, 2001.

PAELINCK, J. et al. *Analyse Quantitative de Certaines Phénomènes du Développement Régional Polarisé: essai de Simulation Statique d'itératives de Propagation*. In: M. T. GÉNIN TOULOUSE (Ed.). **Problèmes de Conversion Économique: Analyses Théoriques et Études Appliquées**. Paris: Colloque Association de science regionale de langue française, 1965.

PALMA, G. J. **Quatro fontes de desindustrialização e um novo conceito de doença holandesa**. 2005. Disponível em : <
https://macrodesenvolvimento.files.wordpress.com/2013/06/520-20quatro20fontes20_2_.pdf>. Acessado em 20/02/2017.

PERROUX, F. **La coexistencia pacífica**. México, Fondo de Cultura Económica, 1958.

POLENSKE, K. R., HEWINGS, G. **Trade and spatial economic interdependence**. *Regional Science*. V. 83, p. 269-289, 2004.

PONSARD, C. **Essai d'interpretation topologique des systèmes interrégionaux**. (1re partie). In: *Revue économique*, volume 18, n°3, 1967^a, p. 353-373.

PONSARD, C. **Les graphes de transfert et l'analyse économique des systèmes interrégionaux (suite)**. In: *Revue économique*, volume 18, n°4, 1967^b, p. 543-575.

PONSARD, C. **Graphes de transfert et analyse économique**. Paris: Sirey, 1972.

PUCHET, M. Análisis de la integración económica: aspectos del caso EUA-México. In: BIZZOZERO, L., VAILLANT, M. (eds.). **La inserción Internacional del Mercosur: ¿Mirando al Sur o Mirando al Norte?**. Montevideo: Arca, 1996.

PUCHET, M. A., PUNZO, L. Structural divergence and the dynamics of dualism: lessons from Mexico before and after NAFTA. In: PUCHET, M. A., PUNZO, L. (Orgs.). **Mexico beyond NAFTA: perspectives for the European debate**. London e New York: Routledge, 2001.

PUCHET, M. A., SOLÍS, V. **Análisis estructural de la industrialización de México y las cadenas globales de valor**. Taller de Análisis de Insumo-Producto, Artigo não publicado, 2013.

PUYANA, A., ROMERO, J. **La maquila (fragmentación de los procesos productivos) y su impacto sobre las remuneraciones a los factores**. Problemas del desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, v. 36, n° 141, p. 155-182, 2005.

PUYANA, A., ROMERO, J. **La economía mexicana después de dos decenios de reformas**. *Comercio Exterior*, v.57, n° 10, p. 796-812, 2007.

RAMÍREZ, J. C., GONZÁLEZ-ARÉCHIGA. **Reestructuración y apertura del sector automotriz de México**. *Investigación Económica*, v.53, n° 204, p.71-112, 1993.

RAMOS, R. L. O. **O comportamento das importações e exportações brasileiras com base no sistema de Contas Nacionais: 1980-1997**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Texto para Discussão, nº. 95, 1999.

RASMUSSEN, P. **Studies in inter-sectoral relations**. Copenhagen: Einar Harks, 1956.

REICHARDT, J., WHITE, D. R. **Role models for complex networks**. European Physical Journal B, 60, p. 217-224, 2007.

ROBINSON, S.; MARKANDYA, A. **Complexity and adjustment in input-output systems**. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 35, p. 119-34, 1974.

RODRIK, D. **Premature deindustrialization**. NBER Working Paper, nº 20935, 2015.

ROMERO, I., DIETZENBACHER, E. HEWINGS, G. **Fragmentation and complexity: analyzing structural change in the Chicago regional economy**. Revista de Economía Mundial, nº 23, p. 263-282, 2009.

ROMO, H. G. **México: de la sustitución de importaciones al nuevo modelo económico**. Comercio exterior, v.63, 2013.

ROS, J. **Crecimiento económico, comercio internacional y el patrón de especialización**. Estudios económicos, v. 2, p.113-132, 1987.

ROS, J. Mexico's trade and industrialization experience since 1960: a reconsideration of past policies and assessment of current reforms. In: HELLEINER, G. (Org.). **Trade policy and industrialization in turbulent times**. New York: Routledge, 1994.

ROS, J. Lecciones de la crisis: una nueva visión de conjunto. In: ROS, J. (Org.). **La edad de plomo del desarrollo latinoamericano**. Ciudad de México: Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales e Fondo de Cultura Económica, 1993.

ROS, J. **Grandes problemas: ¿Cómo salir de la trampa del lento crecimiento y alta desigualdad?**. México: El Colegio de México e Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

ROSTOW, W. W. **Las etapas del crecimiento económico**. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 1961.

ROWTHORN, R. **Korea at the cross-roads**. Working Paper, No. 11, ESRC. Centre for Business Research, Cambridge University. 1994.

RUIZ-NÁPOLES, P. **Exports, growth and employment in Mexico, 1978-2000**. Journal of Post Keynesian Economics, Vol. 27, no.1, p.105-124, 2004.

SCHULTZ, S. **Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis**. Journal of Development Studies, 14, p. 77-96, 1977.

SCHUSCHNY, A. **Tópicos sobre el modelo insumo-producto: teoría y aplicaciones.** Serie Estudios Estadísticos y prospectivos, v.37, 2005.

SERRANO, F., SUMMA, R. **Aggregate demand and the slowdown of Brazilian economic growth from 2011-2014.** Center for Economic and Policy Research, 2015.

SIMPSON, D., TSUKUI, J. **The fundamental structure of input-output tables, an international comparison.** The Review of Economics and Statistics, XLVII, 4, p. 434-446, 1965.

SONIS, M., et al. **Linkages, key sectors and structural change: some new perspectives.** The Developing Economies, 33, p. 233-70, 1995.

SONIS, M., HEWINGS, G. GUO, J. **Sources of structural change in input-output systems: a field of influence approach.** Economic Systems Research, Volume 8, p.15-32, 1996.

SONIS, M., HEWINGS, G. **Economic complexity as network complication: Multiregional input-output structural path analysis.** Annals of Regional Science, 32, P. 407- 36, 1998.

SONIS, M., HEWINGS, G. **Feedbacks in input-output systems: impacts, loops and hierarchies.** In: LAHR, M. L., DIETZENBACHER, E. (eds). **Input-output analysis: frontiers and extensions.** Londres: Palgrave, 2001.

SQUEFF, G. C. **Rigidez produtiva e importações no Brasil: 1995-2009.** In: SQUEFF, G. C. (Org.). **Dinâmica macrossetorial brasileira.** Brasília: IPEA, 2015.

STEINBACK, S. R. **Using ready-made regional input-output models to estimate backward linkage effects of exogenous output shocks.** Review of Regional Studies, 34, p. 57-71, 2004.

STOLKA, J. **Important input coefficients in Austrian input-output tables for 1964 e 1976.** In: SMYSHILAV, A. (Org.). **Proceedings of the Fourth IIASA Task Force Meeting on the I-O Model,** Vienna, 1983.

STRASSET, G. **Zur bestimmung strategischer sektoren mit hilfe von input-output modellen.** Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 182: 211-215, 1968.

STURGEON, T., MEMEDOVIC, O. **Mapping Global Value Chains: Intermediate Goods Trade and Structural Change in the World Economy.** Development Policy and Strategic Research Branch Working Paper 05/2010. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

SOUZA, K. S., CASTILHO, M. **Integração produtiva e acordos comerciais: o caso dos países da ALADI.** Economia e Sociedade, v.25, n° 1, p.173-207, 2016.

SYRQUIN, M. Patterns of structural change. *In*: CHENERY, H; SRINIVASAN, T.N. (org.). **Handbook of Development Economics**, Volume 1. Amsterdam: North Holland, Elsevier, 1988.

SZIRMAI, A. **Industrialisation as an engine of growth in developing countries**. MERIT Working Papers, 10, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

TAVARES, M. C. **Auge y declinación del patrón de sustitución de importaciones en América Latina**. Boletín Económico de América Latina, N°.10, 1964.

TIMMER, M. P., AKKUS, S. **The structural transformation as a pathway out of poverty: analytics, empirics and politics**. CGD Working Paper, n. 150, 2008.

TIMMER, M. P., de VRIES, G. J., de VRIES, K. Patterns of Structural Change in Developing Countries. *In*: WEISS, J. e TRIBE, M. (Orgs.). **Routledge Handbook of Industry and Development**. New York: Routledge, 2015.

TORRACCA, J., CASTILHO, M. **The competitiveness of Brazilian manufacturing in both domestic and international markets**. *In*: 23rd International Input-Output Association (IIOA) Conference – Ciudad de México – México, 2015.

ULANOVICZ, R E. **Identifying the structure of cycling in ecosystems**. *Mathematical Biosciences*, 65, p. 219-37, 1983.

UNIDO. **Sustaining employment growth: the role of manufacturing and structural change**. *In*: Industrial development report 2013, UNIDO.

WIXTED, B., YAMANO, N., WEBB, C. **Input-Output Analysis in an Increasingly Globalised World: applications of OECD's Harmonised International Tables**. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2006/07, OECD Publishing, Paris, 2006.

WONG, Y. K. Some mathematical concepts for linear economic models. *In*: MORGENSTERN, O. (Ed.). **Economic Activity Analysis**, Nova York: Wiley, 1954.
YAN, C., AMES, E. **Economic Interrelatedness**. *The Review of Economic Studies*, 32, p. 290-310, 1965.

ZUCOLOTO, G. **Inovação tecnológica na indústria brasileira: uma análise setorial**. 2004. 154 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICE A: Equivalência entre os determinantes

Seja X_D a matriz diagonal:

$$X_D = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & X_n \end{bmatrix}$$

e sua inversa que é facilmente determinada:

$$X_D^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{X_n} \end{bmatrix}.$$

Seja F a matriz dos fluxos de bens e serviços:

$$F = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix}.$$

Partindo das definições de T e A ,

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \cdots & t_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{X_n} \end{bmatrix} = FX_D^{-1}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{X_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} = X_D^{-1}F$$

$$= X_D A.$$

Em seguida, podemos reescrever T como função de A :

$$T = FX_D^{-1} = X_D AX_D^{-1}.$$

De modo que vem:

$$\begin{aligned} \det(T) &= \det(X_D AX_D^{-1}) = \det(X_D) * \det(A) * \det(X_D^{-1}) \\ &= \det(X_D) * \det(X_D^{-1}) * \det(A) = \det(X_D X_D^{-1}) * \det(A) = \det(A) \end{aligned}$$

Essa mesma equivalência pode ser demonstrada mais diretamente a partir de:

$$\det(X_D) = \prod_{i=1}^n X_i$$

$$\det(X_D^{-1}) = \frac{1}{\det(X_D)} = \frac{1}{\prod_{i=1}^n X_i}.$$

Logo,

$$\begin{aligned} \det(T) &= \det(X_D AX_D^{-1}) = \det(X_D) * \det(A) * \det(X_D^{-1}) \\ &= \prod_{i=1}^n X_i * \det(A) * \frac{1}{\prod_{i=1}^n X_i} = \prod_{i=1}^n X_i * \frac{1}{\prod_{i=1}^n X_i} * \det(A) = \det(A) \end{aligned}$$

APÊNDICE B: O teorema de Bott e Mayberry (1954)

Bott e Mayberry (1954) demonstraram que o determinante de uma matriz era uma função das arborescências ou árvores enraizadas⁸⁴ do grafo representativo desta matriz. Seja A uma matriz quadrada de ordem n composta dos elementos a_{ij} e que verifica as propriedades usuais das matrizes de insumo-produto:

- $-a_{ij} \leq 0$ ($\forall i \neq j$);
- $-a_{ii} \geq -\sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij}$.

Exemplo:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -a_{12} & \cdots & -a_{1n} \\ -a_{21} & 0 & \cdots & -a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

A partir dessa matriz é possível definir uma matriz B de ordem $n + 1$ do tipo:

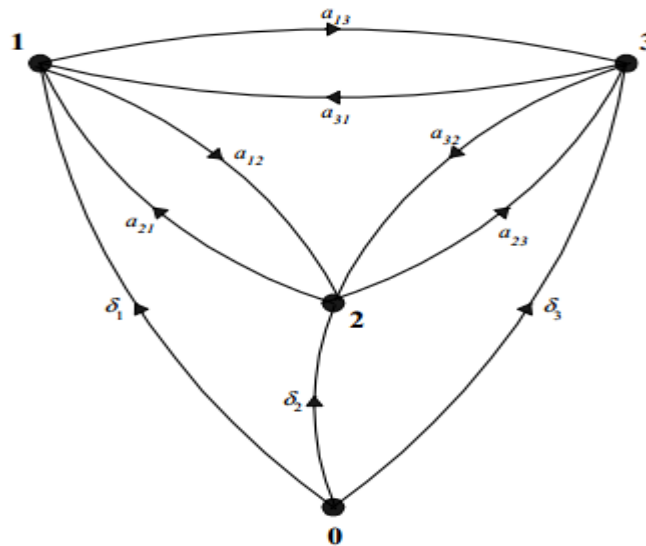
$$B = \begin{bmatrix} 0 & \delta_1 & \delta_2 & \cdots & \delta_3 \\ 0 & 0 & -a_{12} & \cdots & -a_{1n} \\ 0 & -a_{21} & 0 & \cdots & -a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & -a_{n1} & -a_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix},$$

com $\delta_i = a_{ii} + \sum_{j=1, j \neq i}^n a_{ij}$.

Se considerarmos os elementos da matriz B como os valores a_{ij} dos arcos orientados de i a j de um grafo G , onde os vértices são numerados de 0 a n , então obtemos no caso de um grafo com três vértices a seguinte representação:

Difusão arborescente das influências exteriores

⁸⁴ Na literatura de teoria dos grafos, arborescências e árvores enraizadas são utilizadas indistintamente como sinônimos.



O teorema de Bott e Mayberry (1954) enuncia que se E é o conjunto das arborescências A_h do grafo G , então o determinante da matriz A é dado pela soma do valor $V(A_h)$ das arborescências do grafo G . O valor de $V(A_h)$ é dado pelo produto dos coeficientes ponderando os arcos da arborescência A_h .

$$\det a_{ij} = \sum_{A_h \in E} V(A_h).$$

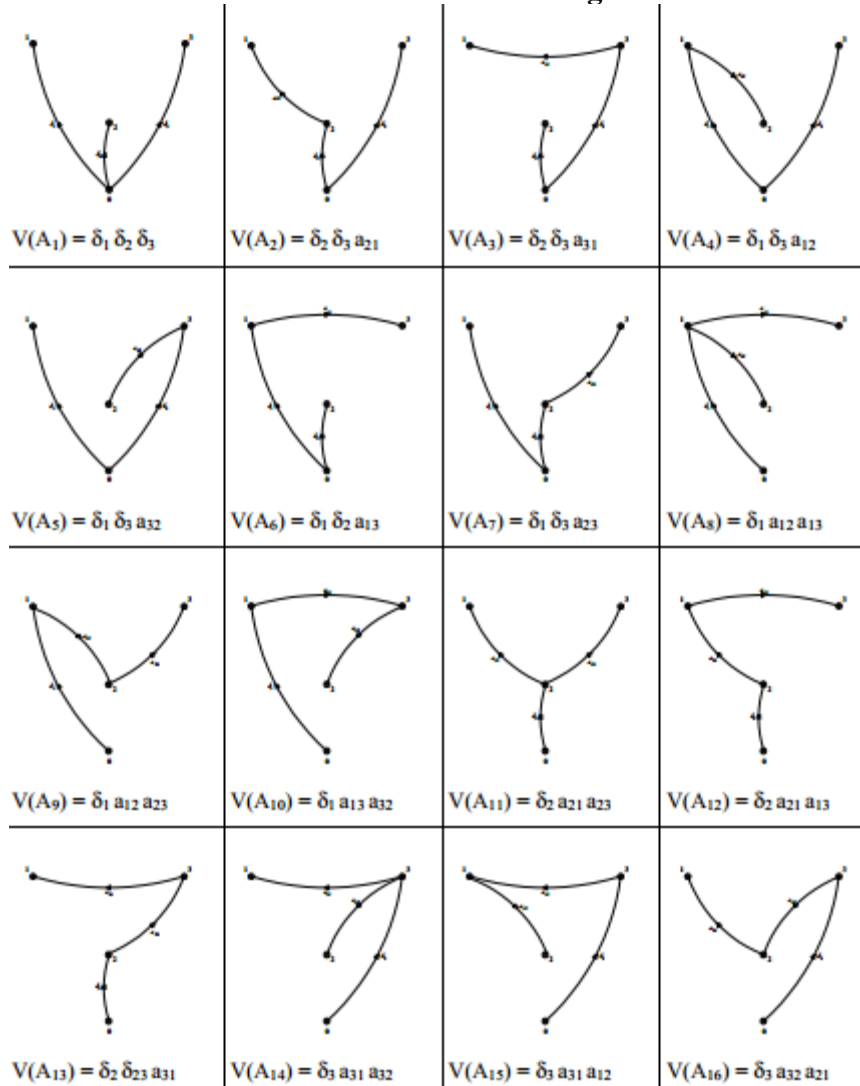
No exemplo mostrado acima, o grafo G contém 16 arborescências, de modo que o determinante da matriz A é igual a:

$$\det a_{ij} = \sum_{h=1}^{16} V(A_h).$$

O determinante de uma estrutura de trocas é uma função da difusão arborescente das influências exteriores através da estrutura. No contexto em que o grafo G descreve os fluxos de bens e serviços, o vértice 0 aparece como o conjunto agregado das fontes de perturbações exteriores, que impactam os polos da estrutura produtiva formada pelos setores 1, 2, e 3.

A figura acima permite visualizar as arborescências ou árvores enraizadas e orientadas do grafo, assim como o valor afetando cada uma delas:

Conjunto de arborescências contidas na árvore do grafo G



A partir do grafo representativo G é possível derivar árvores enraizadas ou arborescências. Estas são caracterizadas por serem acíclicas, com sentido unívoco, passando por todos os vértices do grafo representativo e possuindo uma raiz. Como podemos ver nas 16 arborescências representadas acima, todas elas são acíclicas, isto é, partem da influência exterior 0 e passam por todos os vértices, sem qualquer retorno sobre os mesmos. Nesse sentido, as arborescências são caracterizadas pela presença de caminhos elementares e unívocos. Outra propriedade interessante derivada das arborescências é a possibilidade de enumerá-las e ranqueá-las.

APÊNDICE C: Código dos setores

| Código | Setores |
|---------------|---|
| 1 | Agricultura, caça, silvicultura e pesca |
| 2 | Extração vegetal |
| 3 | Comidas, bebidas e fumo |
| 4 | Têxteis e produtos têxteis |
| 5 | Couro e produtos do couro |
| 6 | Madeira e produtos da madeira |
| 7 | Celulose, papel, impressão e publicação |
| 8 | Coque, petróleo refinado e combustível nuclear |
| 9 | Químicos e produtos químicos |
| 10 | Borracha e plásticos |
| 11 | Outros produtos não-metálicos |
| 12 | Metais básicos e metais fabricados |
| 13 | Maquinaria, Nec |
| 14 | Equipamentos elétricos e ópticos |
| 15 | Equipamentos de transporte |
| 16 | Outras manufaturas |
| 17 | Eletricidade, gás e água |
| 18 | Construção |
| 19 | Venda, manutenção e reparação de veículos automóveis e motocicletos |
| 20 | Comércio por atacado e comércio de comissões, com exceção de veículos automóveis e motocicletos |
| 21 | Comércio a varejo, exceto Veículos Automóveis e Motociclos; Reparação de bens domésticos |
| 22 | Hotéis e restaurantes |
| 23 | Transporte terrestre |
| 24 | Transporte marítimo |
| 25 | Transporte aéreo |
| 26 | Outras atividades de apoio e auxiliares de transporte; Atividades de Agências de Viagens |
| 27 | Correios e Telecomunicações |
| 28 | Intermediação financeira |
| 29 | Atividades imobiliárias |
| 30 | Aluguel de máquinas e equipamentos |
| 31 | Administração pública |
| 32 | Educação |
| 33 | Saúde e trabalho social |
| 34 | Outros serviços |

APÊNDICE D: Código dos países

| Código | Países |
|---------------|------------------|
| AUS | Austrália |
| ALE | Alemanha |
| AUT | Áustria |
| BEL | Bélgica |
| BGR | Bulgária |
| BRA | Brasil |
| CAN | Canadá |
| CHN | China |
| CHP | Chipre |
| COR | Coreia do Sul |
| CZE | República Tcheca |
| DIN | Dinamarca |
| ELS | Eslovênia |
| ESL | Eslováquia |
| ESP | Espanha |
| EST | Estônia |
| EUA | Estados Unidos |
| FIN | Finlândia |
| FRA | França |
| GBR | Inglaterra |
| GRE | Grécia |
| HOL | Holanda |
| HUN | Hungria |
| IDN | Indonésia |
| IND | Índia |
| IRL | Irlanda |
| ITA | Itália |
| JAP | Japão |
| LTU | Lituânia |
| LUX | Luxemburgo |
| LVA | Letônia |
| MEX | México |
| MLT | Malta |
| POL | Polônia |
| PRT | Portugal |
| ROM | Romênia |
| RUS | Rússia |
| SWE | Suécia |
| TUR | Turquia |
| TWA | Taiwan |