



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências e Letras - Câmpus de Araraquara

MATHEUS RISSA PERONI RIBEIRO

**INOVAÇÃO EM SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E A
INTERDEPENDÊNCIA COM A ESTRUTURA PRODUTIVA BRASILEIRA**

Araraquara

2024

MATHEUS RISSA PERONI RIBEIRO

**INOVAÇÃO EM SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E A
INTERDEPENDÊNCIA COM A ESTRUTURA PRODUTIVA BRASILEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista - Campus de Araraquara, como requisito para obtenção do título de Doutor em Economia.

Linha de Pesquisa: Economia Industrial e da Inovação

Orientador: Prof. Dr. Rogério Gomes

Araraquara

2024

R484i

Ribeiro, Matheus Rissa Peroni

Inovação em serviços intensivos em conhecimento e a interdependência com a estrutura produtiva brasileira / Matheus Rissa Peroni Ribeiro. -- Araraquara, 2024

250 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara

Orientador: Rogério Gomes

1. Interdependência Setorial. 2. Fluxos de Inovação. 3. Serviços
Intensivos em Conhecimento. 4. Matriz Insumo-Produto. 5. Estrutura
Produtiva Brasileira. I. Título.

MATHEUS RISSA PERONI RIBEIRO

Inovação em serviços intensivos em conhecimento e a interdependência com a estrutura produtiva brasileira

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista - Campus de Araraquara, como requisito para obtenção do título de Doutor em Economia.

Linha de Pesquisa: Economia Industrial e da Inovação

Data da defesa: 17/12/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rogério Gomes
UNESP - Faculdade de Ciências e Letras - Campus de Araraquara

Profa. Dra. Tatiana Massaroli de Melo
UNESP - Faculdade de Ciências e Letras - Campus de Araraquara

Profa. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho
UFU – Instituto de Economia e Relações Internacionais

Profa. Dra. Ana Lúcia Tatsch
UFRGS – Faculdade de Ciências Econômicas

Prof. Dr. Felipe Queiroz Silva
UFG – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas

*Dedico esta tese aos meus filhos,
Caê e Thairo, cujo amor e carinho
renovam em mim, a cada dia, a
força para ser uma versão melhor
de mim mesmo.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me abençoar com boa saúde e por me cercar de pessoas especiais. Além disso, sou eternamente grato a Jesus e Nossa Senhora por realizarem milagres na vida do meu filho Caê, ao proteger sua vida e dar perspectivas para ele crescer ‘em sabedoria, estatura e graça diante de Deus e dos homens’. A ciência também deve ser creditada, pois sua evolução e avanços contribuíram para as bênçãos que vivenciamos em nossa jornada, mostrando que fé e conhecimento caminham juntos.

Meu agradecimento à sociedade brasileira, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, financiado por todos os contribuintes brasileiros. Espero retribuir através da minha dedicação em transformar o Brasil em um país mais justo e próspero, capaz de oferecer melhores oportunidades às futuras gerações. Agradeço à Universidade Estadual Paulista (UNESP) por ter me proporcionado a oportunidade de realizar meu Doutorado, à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo suporte com suas instalações e à Universidade Federal de Goiás (UFG) por ter confiado a mim o exercício da profissão de professor. Essas instituições foram essenciais para a concretização da minha formação acadêmica e para o desenvolvimento da minha carreira.

Agradeço profundamente ao meu orientador, Rogério Gomes, pelo apoio constante às minhas ideias e pela confiança em me conceder a liberdade de executá-las. Sou imensamente grato pelo acolhimento dedicado à minha família e pelo suporte nos momentos mais desafiadores ao longo do doutorado. Agradeço à professora Tatiana Massaroli, que, além de me apoiar nos desafios e percalços desta jornada, contribuiu para o aperfeiçoamento deste trabalho com sua presença e valiosas contribuições durante a qualificação e a banca de defesa desta tese. Agradeço também aos professores Esther Dweck, Kaio Glauber Vital da Costa e Marcelo Pereira da Cunha, que, mesmo pertencendo a outras instituições, foram fundamentais para o aprimoramento da minha formação metodológica. Agradeço aos professores André Luiz Corrêa, Celso Pereira Neris Junior e Thiago Cavalcante de Souza pelas discussões enriquecedoras.

Agradeço antecipadamente às professoras Marisa Botelho e Ana Lúcia Tatsch, e ao professor Felipe Queiroz, por participarem da banca de defesa desta tese e por suas contribuições valiosas, que certamente irão aprimorar este trabalho. Menciono também a Profa. Patieene Passoni, cuja contribuição foi fundamental ao me auxiliar com as bases de dados

utilizadas nesta pesquisa. Além disso, sou grato a todos os membros da Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação, pelos debates qualificados e pelas opiniões construtivas sobre as versões preliminares dos estudos que compõem esta tese.

Agradeço aos colegas do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN) e do Grupo de Pesquisa em Economia Aplicada (GPEA) pelas discussões e debates construtivos, que enriqueceram este percurso. Em especial, expresso minha gratidão à minha amiga Daniele Amorim e aos meus amigos Lucas Mikael e Arthur Colombo pela parceria em artigos e disciplinas. Aos meus amigos pessoais Artur, Joaquim, Guilherme e Adriano, às minhas amigas Luiza, Keilla e Mari, e a toda a turma da MG e à galera da rua 43, agradeço por tornarem os últimos anos mais leves, divertidos e repletos de momentos inesquecíveis.

Aos meus irmãos Bárbara, Augusto e Sophia, que sempre estão ao meu lado, aconteça o que acontecer, agradeço profundamente e me orgulho de vocês todos os dias. Aos meus primos Bruno, Guaísa e Isabela, e às minhas tias Olênia, Guara e Luzia, agradeço por todo o apoio e torcida ao longo desta jornada. Sou eternamente grato ao meu Pai Carlos por todos os ensinamentos e apoio incondicional à minha carreira e ao meu padrasto Clovis pela parceria e presença. À minha mãe, Olenilza, por toda a sua dedicação na minha criação, pelo amor incansável e pelo suporte constante, que sempre foi o porto seguro para seguir em frente.

Por último, agradeço à pessoa mais importante e responsável pela finalização desta tese, minha eterna companheira e esposa Maria Gabriela, pelo amor que ‘tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta’. Serei eternamente grato por tornar este sonho também seu, por sempre me apoiar na busca por novas conquistas, por dedicar-se aos nossos filhos na minha ausência. Acima de tudo, agradeço por estar ao meu lado em um dos momentos mais difíceis da minha vida. Posso afirmar, sem hesitação, sem a sua presença e apoio incondicional esta tese não teria se concretizado.

RESUMO

Esta tese busca analisar as características inovativas dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) e sua interdependência tecnológica e econômica com a estrutura produtiva brasileira. Para tanto, são realizadas análises empíricas no nível setorial, com base em dados da PINTEC e matrizes insumo-produto (IBGE; WIOD), aplicando metodologias insumo-produto e análise de redes. O estudo abrange dinâmicas intertemporais e comparações transversais, explorando diferentes contextos. Três questões norteiam a investigação: i) os SIC demonstram capacidades inovativas robustas e configurações tecnológicas dinâmicas no Brasil? ii) essas atividades promovem a difusão de inovação e conhecimento para o sistema de inovação? iii) houve intensificação ou estagnação nas interdependências setoriais dos SIC no sistema produtivo brasileiro em comparação a outras economias em desenvolvimento (China, Índia, México)? Os resultados revelam que os SIC no Brasil possuem significativas capacidades inovativas, superando as manufaturas intensivas em tecnologia em diversos indicadores. Entretanto, há grande heterogeneidade nas estratégias e intensidades inovativas dentro do grupo setorial. As evidências confirmam papel significativo dos SIC na geração de transbordamentos tecnológicos para o sistema de inovação brasileiro, porém demonstram limitações na absorção de inovação provenientes de outros setores. Embora revele difusão de inovação em montantes significativos para os setores industriais, os efeitos proporcionais são mais concentrados nos setores de serviços. Os resultados confirmam o aumento da importância dos SIC nas estruturas produtivas dos países analisados, apesar de apresentarem intensidades e trajetórias distintas. Comparativamente, os SIC no Brasil exibem avanços expressivos em termos de adensamento setorial, porém ainda predominam relações intra-serviços, diferentemente de países como China e Índia, onde os SIC demonstram maior ampliação na integração com tecnologias emergentes e manufaturas avançadas. Já no México, o setor apresenta menor dinamismo e maior interdependência de atividades tradicionais. Conclui-se que, apesar do potencial inovativo e da capacidade de difusão de conhecimento e inovação, a interdependência tecnológica e econômica dos SIC no Brasil ainda permanece alinhada ao paradigma produtivo da produção em massa, expondo limites para avanços na mudança estrutural direcionada a uma economia baseada no conhecimento.

Palavras-chave: Serviços Intensivos em Conhecimento; Fluxos de Inovação; Interdependência Setorial; Matriz Insumo-Produto; Análise de Redes; Estrutura Produtiva Brasileira.

ABSTRACT

This thesis examines the innovative characteristics of Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) and their technological and economic interdependence with the Brazilian productive structure. Empirical sectoral-level analyses are conducted using data from PINTEC and input-output matrices (IBGE; WIOD), applying input-output methodologies and network analysis. The study addresses intertemporal dynamics and cross-section comparisons across diverse contexts. Three main questions guide the investigation: i) do KIBS in Brazil exhibit robust innovative capacities and dynamic technological configurations? ii) do these activities promote innovation and knowledge diffusion within the innovation system? iii) has there been intensification or stagnation in the sectoral interdependencies of KIBS within Brazil's technological system, compared to other developing economies (China, India, Mexico)? The findings reveal that KIBS in Brazil possess significant innovative capacities, outperforming technology-intensive manufacturing in various indicators. However, substantial heterogeneity exists in the innovative strategies and intensities within the sectoral group. Evidence confirms the essential role of KIBS in generating technological spillovers for Brazilian innovation system but highlights limitations in their absorption of innovations from other sectors. While significant innovation diffusion occurs toward industrial sectors, the proportional effects are more concentrated in service sectors. Results also indicate the growing importance of KIBS in the productive structures of the analyzed countries, although with distinct intensities and trajectories. In comparative terms, KIBS in Brazil show notable advancements in sectoral integration but remain predominantly focused on intra-service relationships, unlike in China and India, where KIBS demonstrate greater integration with emerging technologies and advanced manufacturing. Conversely, in Mexico, the sector exhibits less dynamism and stronger reliance on traditional activities. The thesis concludes that despite their innovative potential and capacity to diffuse knowledge and innovation, the technological and economic interdependence of KIBS in Brazil remains anchored in the mass production paradigm, highlighting constraints to structural change toward a knowledge-based economy.

Keywords: Knowledge-Intensive Business Services; Innovation Flows; Sectoral Interdependence; Input-Output Matrix; Network Analysis; Brazilian Productive Structure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Matriz de interdependência tecnológica entre setores produtores e usuários	42
Figura 4.1 - Índices de encadeamento BL e FL em P&D dos grupos setoriais.....	154
Figura 4.2 - Índices de encadeamento BL e FL em AI dos grupos setoriais.....	156
Figura 5.1 - Exemplo geral de rede em um grafo	180
Figura 5.2 - Exemplo de rede com base em um valor limite de corte (k)	180
Figura 5.3 - Exemplo de rede com base nas intensidades dos fluxos.....	181
Figura 5.4 - Padrões de evolução das densidades de fluxos setoriais	189
Figura 5.5 - Padrões de evolução dos índices de densidades para trás (IDT) e para frente (IDF) dos SIC nos países selecionados.....	190
Figura 5.6 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais do Brasil (2000 - 2014)	204
Figura 5.7 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais da China (2000 - 2014).....	205
Figura 5.8 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais da Índia (2000 – 2014)	206
Figura 5.9 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais do México (2000 – 2014)	207

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Dispendio em AI e P&D, RLV e PO dos Grupos Setoriais	89
Tabela 3.2 - Indicadores de Esforço de inovação	92
Tabela 3.3 - Indicadores de Componentes do esforço de inovação (2017)	95
Tabela 3.4 - Indicadores de Fontes de informação (2017)	97
Tabela 3.5 - Indicadores de Espectro Inovativo	99
Tabela 3.6 - Indicadores de Resultado inovativo	101
Tabela 3.7 - Indicadores de Dificuldade inovativa (2017)	103
Tabela 3.8 - Indicadores de Trajetória tecnológica de produto e mercado.....	106
Tabela 3.9 - Indicadores de Trajetória tecnológica de processo (2011, 2014 e 2017)	109
Tabela 4.1 - Intensidade do dispendio em P&D e AI – Grupos setoriais (%).....	144
Tabela 4.2 - Matriz de fluxos tecnológicos de P&D e proporção absorvida e transbordada - Estrutural nominal (2017).....	147
Tabela 4.3 - Indicadores de Absorção e Transbordamento de P&D (2017).....	148
Tabela 4.4 - Matriz de fluxos tecnológicos de AI e proporção absorvida e transbordada - Estrutural nominal (2017).....	150
Tabela 4.5 - Indicadores de Absorção e Transbordamento de AI (2017).....	151
Tabela 4.6 - Índices de encadeamento BL e FL em P&D das atividades.....	155
Tabela 4.7 - Índices de encadeamento BL e FL em AI das atividades.....	157
Tabela 4.8 - Efeito da extração hipotética dos grupos setoriais na P&D e AI em milhões R\$ e em proporção (%)	158
Tabela 4.9 - Efeito da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais em valor (milhões R\$) e proporção (%)	162
Tabela 5.1 - Índices de densidade setorial exógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.).....	187
Tabela 5.2 - Índices de densidade setorial endógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.).....	188
Tabela 5.3 - Índices de densidade exógeno intersetorial dos SIC, participação (%) e variação (var.) - países selecionados (2000 - 2014).....	192
Tabela 5.4 - Índices de densidade endógeno intersetorial dos SIC, participação (%) e variação (var.) - países selecionados (2000 - 2014).....	192
Tabela 5.5 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) no Brasil (2000 – 2014).....	195

Tabela 5.6 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) na China (2000 – 2014)	197
Tabela 5.7 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) na Índia (2000 – 2014)	199
Tabela 5.8 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) no México (2000 – 2014)	200
Tabela 5.9 - Índices de hierarquia da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) dos países selecionados (2000 – 2014)	202

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 - Efeito em proporção (%) da extração hipotética dos grupos setoriais na P&D e AI	159
Gráfico 4.2 - Participação BL e FL do efeito da extração hipotética em P&D	160
Gráfico 4.3 - Participação BL e FL do efeito da extração hipotética em AI	161
Gráfico 4.4 - Efeito monetário (R\$ milhões) da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais	163
Gráfico 4.5 - Efeito percentual (%) da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais	164
Gráfico 4.6 - Extração hipotética dos SIC na P&D das 15 atividades mais afetadas em valor (médio dos períodos) e participação (%)	165
Gráfico 4.7 - Extração hipotética dos SIC na AI das 15 atividades mais afetadas em valor (médio dos períodos) e participação (%)	165
Gráfico 5.1 - Índice de crescimento do valor adicionado (eixo esquerdo) e participação do valor adicionado (eixo direito) dos SIC nos países selecionados	185
Gráfico 5.2 - Participações intersetoriais dos SIC com demais clusters para o Brasil e média dos países selecionados (2000 - 2014)	193

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Tipos e principais atividades dos Serviços Intensivos em Conhecimento	57
Quadro 3.1 - Serviços Selecionados presentes na PINTEC e a correspondência com a Taxonomia de Castellacci e a Intensidade Tecnológica pela OCDE	80
Quadro 3.2 - Indicadores de inovação	84
Quadro 3.3 - Características inovativas das atividades que formam os SIC	115
Quadro 4.1 - Estrutura Matriz Insumo-Produto	137
Quadro 5.1 - Classificações das atividades econômicas presentes no sistema produtivo	182
Quadro 5.2 - Países e os respectivos segmentos com ausência de dados.....	183

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AI — Atividades Inovativas
BL — *Backward Linkages*
BS — *Business Services*
ELG — Eletricidade e Gás
FL — *Forward Linkages*
IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDT — Índice de Densidade para Frente
IDT — Índice de Densidade para Trás
IEX — Indústria Extrativa
IO — Inovações Organizacionais
IT — Inovações Tecnológicas
MDF — Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor
MEH — Método de Extração Hipotética
MEC — Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência
MIE — Manufaturas Intensivas em Escala
MIP — Matriz Insumo-Produto
M&E — Máquinas e Equipamentos
OCDE — Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PINTEC — Pesquisa de Inovação
PME — Pequenas e Médias Empresas
PO — Pessoas Ocupadas
P-SIC — Serviços Intensivos em Conhecimento Profissionais
P&D — Pesquisa e Desenvolvimento
RLV — Receita Líquida de Vendas
SCN — Sistema de Contas Nacionais
SIC — Serviços Intensivos em Conhecimento
SIR — Serviços de Infraestrutura de Redes
TI — Tecnologia da Informação
TIC — Tecnologias da Informação e Comunicação
T-SIC — Serviços Intensivos em Conhecimento Baseados em Tecnologia
TRU — Tabelas de Recursos e Usos
VA — Valor Adicionado
VBP — Valor Bruto da Produção
WIOD — *World Input-Output Database*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. INTERDEPENDÊNCIA PRODUTIVA E INOVAÇÃO NO SETOR DE SERVIÇOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
Introdução	24
2.1. Os fundamentos da teoria da mudança tecnológica.....	25
2.2. Análise insumo-produto e interdependência setorial.....	34
2.2.1. Interdependência setorial: modelos insumo-produto de produção e trabalho ..	36
2.2.2. Interdependência tecnológica: modelos de inovação na análise insumo-produto	39
2.3. Serviços e estrutura produtiva: abordagens da inovação e taxonomia tecnológica ...	44
2.3.1. As abordagens de inovação em serviços: assimilação, demarcação e síntese ..	45
2.3.2. Taxonomias das abordagens de inovação em serviços.....	51
2.4. Serviços Intensivos em Conhecimento: características e fatos estilizados	56
2.4.1. Caracterização da Inovação em Serviços Intensivos em Conhecimento.....	57
2.4.2. Fenômenos econômicos associados à intensificação das interdependências setoriais dos SIC	66
Considerações ao capítulo	73
3. INOVAÇÃO DOS SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO NO BRASIL: PADRÕES E TRAJETÓRIAS SETORIAIS.....	75
Introdução	75
3.1. A inovação dos SIC no Brasil: breve análise da literatura empírica.....	76
3.2. Base de dados e Indicadores de Inovação	79
3.3. Análise dos Resultados	87
3.3.1. Esforço Inovativo	90
3.3.2. Componentes do esforço de inovação	94
3.3.3. Fontes de informação.....	96
3.3.4. Espectro inovativo	98
3.3.5. Resultado inovativo	100
3.3.6. Dificuldade inovativa	102
3.3.7. Trajetória tecnológica	104
3.3.8. Síntese do padrão inovativo e da trajetória tecnológica dos SIC no Brasil	111
Considerações ao capítulo	116

4. SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E A INTERDEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA SETORIAL NO BRASIL	118
Introdução	118
4.1. Revisão da literatura empírica sobre interdependência tecnológica setorial	119
4.2. Aspectos metodológicos	124
4.2.1. O modelo insumo-produto	125
4.2.2. A matriz de fluxos tecnológicos: estrutura nominal	127
4.2.3. Análise de encadeamento: estrutura padrão	130
4.2.4. Extração hipotética	133
4.2.5. Base de dados	135
4.3. Análise e discussão dos resultados	142
4.3.1. Matrizes de fluxos tecnológicos: indicadores de absorção e transbordamento 143	
4.3.2. Índices de encadeamento: setores-chave para a P&D e AI no Brasil	153
4.3.3. Extração hipotética: a importância da P&D e AI dos SIC no Brasil	158
Considerações ao capítulo	166
5. INTERDEPENDÊNCIA DOS SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO NOS SISTEMAS PRODUTIVOS DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	169
Introdução	169
5.1. Revisão da literatura empírica sobre interdependência setorial dos serviços	170
5.2. Fundamentação metodológica	175
5.2.1. Densidade das redes de fluxos de bens e serviços	176
5.2.2. Centralidade das redes de fluxos de bens e serviços	178
5.2.3. Análise de redes aplicada em grafos	179
5.2.4. Base de dados	181
5.3. Análise e discussão dos resultados	184
5.3.1. Análise dos indicadores de densidade setorial e intersetorial	185
5.3.2. Resultados dos Indicadores de Centralidade	194
5.3.3. Análise de redes em grafos	203
Considerações ao capítulo	209
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
REFERÊNCIAS	218
APÊNDICE	235
ANEXOS	249

1. INTRODUÇÃO

A relação entre as atividades de serviços e a economia foi por muito tempo negligenciada, reflexo da teoria econômica que estabeleceu suas raízes analíticas na agricultura e manufatura. Diante disso, os serviços foram relegados a ‘setor terciário’ por contextos históricos (Fisher, 1939) e, por muito tempo, foram caracterizados pela baixa produtividade e limitada intensidade tecnológica (Baumol, 1967; Fuchs, 1968). Por outro lado, o foco dos estudos concentrou-se no setor industrial, considerado como o responsável por acelerar o crescimento da produtividade e dinamizar a economia (Kaldor, 1966; Pavitt, 1984).

A partir da década de 1980, com a transformação e o surgimento de novos serviços, além da crescente heterogeneidade entre as atividades que formam o setor, diversos autores passaram a destacar a importância de qualificar as avaliações sobre os serviços e a sua relação com a tecnologia (Barras, 1980; Reubens, 1981). A priori, reconheceu-se a possibilidade de crescimento da produtividade em determinados serviços (serviços produtivos), bem como a crescente inter-relação entre serviços e indústrias (serviços industriais), ambos impulsionados pela adoção de tecnologias e equipamentos de capital (Griliches, 1992).

Não obstante, Miles et al. (1995) ressaltam a existência de serviços ligados a tecnologias emergentes que desempenham papel ativo na inovação, superando a visão limitada de meros consumidores de tecnologia. Com base nessa constatação, tais atividades passaram a ser denominadas KIBS – *Knowledge Intensive Business Services* (doravante Serviços Intensivos em Conhecimento – SIC). Esses serviços são caracterizados pela qualificação de seus profissionais, pela forte interdependência com outros setores e por sua estreita relação com tecnologias emergentes. Além disso, sobressaem pela capacidade de desenvolver, aplicar e difundir conhecimento e inovação.

A obtenção de todas as características elencadas não deve ser creditada apenas às aptidões, qualidades e particularidades intrínsecas às atividades. O desenvolvimento dos SIC nas últimas décadas está diretamente relacionado à transição de um paradigma centrado na produção em massa para o paradigma da economia do conhecimento (Zieba, 2013). Essa transformação elevou a relevância da natureza sistêmica do processo inovativo, no qual o capital humano emerge como elemento preponderante, complementando o capital físico na liderança do avanço tecnológico. Se anteriormente a prioridade recaía sobre a acumulação e otimização de recursos materiais, no contexto atual, o acúmulo de conhecimento, a interação

entre agentes e a qualificação dos profissionais assumem papel central (Soete, 2006; Castellacci, 2008).

Diante dessa crescente percepção da importância do conhecimento, da informação e da tecnologia social como ativos fundamentais para o aumento da produtividade e a criação de empregos de qualidade, há a necessidade de uma reorientação das políticas públicas (Acemoglu, 2019; Rodrik; Sabel, 2019). Essa reformulação perpassa pela redução do foco na indústria tradicional, caracterizada pelo declínio na geração de empregos, e o redirecionamento para o desenvolvimento de capacidades nas manufaturas e serviços sofisticados (Gala et al., 2018; Rodrik, 2023). Para tanto, faz-se necessário ampliar o debate acadêmico, historicamente centrado na indústria, para explorar as especificidades dos serviços, dada sua relevância crescente para as economias contemporâneas (Dopfer; Nelson, 2018).

Por conseguinte, a compreensão do processo de desenvolvimento econômico perpassa pela análise das transformações tecnológicas e estruturais da economia. Nesse sentido, a natureza sistêmica do processo inovativo deve ser compreendida em um contexto de progressiva interdependência entre as diferentes atividades produtivas. Por esse ângulo, a mudança estrutural de uma economia tem como fator principal a evolução tecnológica das atividades produtivas, impulsionada por interações, complementaridades e processos de difusão tecnológica entre os diferentes setores industriais (Dosi, 2006; Rosenberg, 2006).

Evidências apresentadas por Tregema e Andreoni (2020) e Dosi et al. (2021) destacam que a mudança estrutural em países desenvolvidos esteve estreitamente vinculada ao redirecionamento do avanço de manufaturas relacionadas ao paradigma do conhecimento. Enquanto as manufaturas de baixa intensidade tecnológica, associadas ao paradigma da produção em massa, formadas pelas categorias ‘dominadas pelo fornecedor’ e ‘intensivas em escala’, exibiram uma tendência de declínio em suas participações relativas no valor agregado, os setores intensivos em tecnologia, identificados pelos ‘fornecedores especializados’ e ‘baseados em ciência’, demonstraram um crescimento expressivo nas economias avançadas.

No contexto de transição para o paradigma da economia do conhecimento, diversas análises têm enfatizado o expressivo crescimento dos SIC e sua relevância para o desenvolvimento das economias centrais (Zieba, 2021). Estudos indicam que os SIC, além de expandirem sua contribuição para o emprego e o valor adicionado, consolidaram-se como importantes fontes de conhecimento e inovação para os sistemas nacionais de inovação (Janger

et al., 2017; Miles; Belousova; Chichkanov, 2018). Essa centralidade no sistema produtivo tem sido amplamente reconhecida por diferentes perspectivas.

Em primeiro lugar, os SIC destacam-se como setores altamente inovadores, apresentando maior propensão à introdução de inovações em comparação às manufaturas, o que os posiciona como protagonistas no desenvolvimento de novos produtos e processos tecnológicos (Hipp; Gallego; Rubalcaba, 2015). Além disso, a intensa relação e cooperação com outros setores tornam os SIC agentes facilitadores de inovação, atuando como vetores de conhecimento ao impulsionar transformações tecnológicas em atividades de seus clientes (Shearmur; Doloreux, 2019).

Adicionalmente, trabalhos empíricos sugerem uma crescente integração das atividades SIC nos sistemas de produção nacionais e internacionais, exercendo influência ativa na transformação estrutural em direção a manufaturas e serviços sofisticados. Assim sendo, observa-se uma virtuosa interdependência entre os setores industriais e os SIC, sobretudo com as manufaturas baseadas no paradigma do conhecimento (Bernardino; Onesti, 2020). Tal integração tem sido associada ao fortalecimento da capacidade inovativa das manufaturas, seja por meio de esforços tecnológicos mais intensos ou pelo aumento no volume e qualidade de patentes (Criaci; Montessor; Palma, 2015; Antonioli; Bernardino; Onesti, 2020). Além disso, a difusão de inovações oriundas dos SIC para outros setores impactam positivamente na competitividade internacional, contribuindo para o *upgrading* nas cadeias globais de valor (Blázquez; Díaz-Mora; González-Díaz, 2020).

No que se refere ao contexto da economia brasileira, conforme apresentado em Feijó (2024), embora o país tenha vivenciado um significativo progresso de sua matriz industrial entre 1930 e 1980, não alcançou o seu estágio de maturidade. Em outros termos, a indústria brasileira obteve êxito na ampliação do valor adicionado e do emprego nos setores classificados como ‘dominados pelo fornecedor’ e, posteriormente, na consolidação das atividades ‘intensivas em escala’. Entretanto, a etapa final da industrialização, caracterizada pelo amadurecimento produtivo e competitivo dos manufaturados ‘baseados em ciência’, não foi plenamente alcançada.

Após 1980, em meio ao período de transição estrutural rumo ao paradigma da economia do conhecimento, o Brasil foi marcado por estagnação econômica, crises cambiais, endividamento e episódios de hiperinflação. Nesse cenário, políticas de estabilização e liberalização comercial conduziram o país a um processo de desindustrialização prematura

(Nassif et al. 2020). Desde então, do ponto de vista setorial, enquanto as manufaturas ‘dominadas pelo fornecedor’ apresentaram uma dinâmica de desindustrialização considerada normal, os setores ‘intensivos em escala’ e ‘baseados em ciência’ sofreram expressiva redução de participação na economia nacional. Contribuindo para o agravamento dessa situação, as atividades industriais ‘fornecedoras especializadas’ não exibiram qualquer evidência de trajetória dinâmica de consolidação na estrutura produtiva do país (Morceiro, 2018).

Em contrapartida, a participação dos serviços na economia brasileira apresentou crescimento expressivo desde meados do século passado, tanto em termos de valor adicionado quanto na geração de empregos. Em 1990, as atividades de serviços empregavam 38,2% do total de trabalhadores, proporção que alcançou 68,6% em 2020. Em termos de valor adicionado, os serviços elevaram sua representatividade de 59,4% em 1990 para 70,3% em 2020, com destaque para o crescimento de 8 pontos percentuais na década de 2000 (IBGE, 2022).

No caso dos SIC, a participação na economia brasileira ainda é limitada, representando 5,9% do valor adicionado e 4,2% do total de ocupações em 2020. Os serviços de infraestrutura de redes (SIR) contribuíram com 8,5% do valor adicionado e 2% das ocupações. Já os Serviços de infraestrutura física, Administração pública, serviços pessoais e sociais e Outros serviços tradicionais somaram, respectivamente, 15,2%, 24,1% e 16,6% do valor adicionado, com participações de 19,9%, 28,8% e 11,5% no total de empregos (IBGE, 2022). Assim como nas manufaturas, nota-se que a estrutura produtiva brasileira também se caracteriza pela predominância de serviços tradicionais, em detrimento da participação dos serviços vinculados ao paradigma da economia do conhecimento, como os SIC e os SIR.

Diante do exposto, os desafios para o desenvolvimento econômico brasileiro em direção ao aprofundamento de atividades ligadas a manufaturas e serviços intensivos em tecnologia e conhecimento são enormes. A necessidade de uma reorientação das políticas públicas e, conseqüentemente, a criação de empregos de qualidade e o crescimento da renda per capita, perpassa pela ampliação da dinâmica dessas atividades na estrutura produtiva do país.

Não obstante, a literatura acadêmica tem se dedicado amplamente à análise de diagnósticos, impactos e estratégias para o fortalecimento de setores industriais modernos. Por outro lado, as contribuições dedicadas à compreensão do papel dos serviços na estrutura produtiva brasileira, especialmente os intensivos em conhecimento, ainda são insuficientes.

Embora a literatura brasileira tenha avançado recentemente na análise da participação e produtividade dos serviços no Brasil (Jacinto; Ribeiro, 2015; Rocha; Tatsch; Cário, 2019), nos

efeitos causais da utilização dos serviços na produtividade e inovação das manufaturas (Giovanini; Pereira; Saath, 2017), em aspectos específicos das estratégias e características da inovação nas atividades SIC (Oliveira et al., 2017; Figueiredo; Ferreira, 2020; Teixeira et al., 2021), e nas relações setoriais entre os serviços e a estrutura produtiva (Fornari; Gomes; Hiratuka, 2016; Souza; Bastos; Perobelli, 2016), essas abordagens ainda apresentam limitações recorrentes na literatura.

A escassez de abordagens econômicas na análise dos serviços e as limitações dos trabalhos supracitados ocorrem por diversos fatores: a) escassez de bases de dados, levando diversos trabalhos a utilizarem análises desatualizadas; b) elevado nível de agregação setorial dos serviços, principalmente dos SIC, pois são frequentemente disponibilizados de forma agregada com atividades que possuem características econômicas e tecnológicas diferentes; c) dificuldades na classificação dos segmentos que integram o setor de serviços, dada a sua elevada heterogeneidade; d) fragilidade na organização de uma base teórica abrangente e de uma estrutura conceitual clara e bem definida.

Notadamente, uma série de questões relacionadas aos serviços intensivos em conhecimento na economia brasileira ainda carecem de respostas. Aspectos fundamentais, como a capacidade de geração de inovação e os padrões inovativos dos SIC, bem como a importância dos fluxos de inovação dessas atividades para o sistema produtivo e sua inter-relação com a estrutura produtiva, permanecem relativamente inexplorados na literatura. Essas lacunas ressaltam a necessidade de um aprofundamento empírico nesse campo.

Com base nos problemas contextualizados, o presente trabalho busca responder três perguntas fundamentais: i) os Serviços Intensivos em Conhecimento demonstram capacidade de desenvolver inovação e contribuir para a dinâmica tecnológica no contexto brasileiro? ii) as atividades desses serviços desempenham um papel significativo na difusão de inovação e conhecimento para a estrutura produtiva nacional? iii) ocorreu um fortalecimento das interdependências dos SIC no sistema produtivo de países em desenvolvimento?

Desse contexto delineiam-se três hipóteses centrais a serem verificadas Primeiramente, espera-se que os SIC, reconhecidos por sua elevada capacidade de inovação nos países desenvolvidos, também apresentem, no Brasil, alta intensidade tecnológica e diversificação nas estratégias e nos tipos de inovação adotados. Em segundo lugar, argumenta-se que, além de inovarem, os SIC desempenham um papel relevante na difusão tecnológica dentro do sistema de inovação nacional. "Por fim, considerando que a mudança de paradigma tecnológico afeta

também os países em desenvolvimento, pressupõe-se que as economias do Brasil, China, Índia e México tenham experimentado um aumento na relevância dos SIC em suas estruturas produtivas.

Diante das questões e hipóteses levantadas, o principal objetivo desta tese é compreender as características inovativas dos serviços intensivos em conhecimento e analisar a sua interdependência tecnológica e econômica com a estrutura produtiva brasileira no período recente. A pesquisa adota uma abordagem empírica setorial, utilizando métodos insumo-produto e a análise de redes para mapear os fluxos de bens e serviços e fluxos de inovação entre os setores econômicos. Complementarmente, as análises incorporam tanto a evolução ao longo do tempo, evidenciando dinâmicas intertemporais, quanto análises transversais que permitem comparar os resultados em diferentes contextos.

Para tanto, além desta introdução e das considerações finais, a tese está estruturada em quatro capítulos, sendo um essencialmente teórico e três de caráter empírico exploratório. O segundo capítulo realiza uma revisão do referencial teórico, abordando os fundamentos da mudança tecnológica à luz das contribuições de teóricos evolucionários e neo-schumpeterianos. Essa discussão é complementada com as contribuições sobre a interdependência produtiva e tecnológica, fundamentadas na análise estrutural dos modelos insumo-produto. O capítulo também explora as proposições teóricas sobre as diferentes abordagens das inovações e as taxonomias tecnológicas na perspectiva dos serviços. Adicionalmente, apresenta uma revisão da literatura dedicada à caracterização da inovação nos Serviços Intensivos em Conhecimento em diferentes perspectivas. Para aprofundar a compreensão, são destacados fatos estilizados que elucidam os fenômenos associados às mudanças das interdependências setoriais dos SIC com a estrutura econômica ao longo das últimas décadas. Sendo assim, o capítulo busca organizar a literatura sobre a inovação em serviços, conectando-a aos fundamentos teóricos e metodológicos que sustentam as análises empíricas desenvolvidas na tese.

O capítulo 3 investiga o comportamento inovador das empresas dos SIC no Brasil, a partir da construção de indicadores organizados em sete categorias: i) esforços para inovação; ii) componentes desses esforços; iii) fontes de conhecimento; iv) tipos de inovação adotados; v) barreiras enfrentadas para inovar; vi) resultados alcançados; vii) trajetórias tecnológicas observadas. Esses indicadores foram desenvolvidos com base nos dados da PINTEC, abrangendo suas três edições mais recentes (2011, 2014 e 2017), permitindo comparações intersetoriais e intrasetoriais, além de analisar as mudanças ocorridas ao longo do tempo. Diferentemente da abordagem realizada na literatura recente, que se concentra em análises

econométricas de aspectos específicos da inovação nesses serviços, este capítulo adota uma perspectiva descritiva e ampla. Busca-se, assim, caracterizar a dinâmica inovativa dos SIC no Brasil por meio de indicadores clássicos, que fornecem uma visão abrangente e detalhada das configurações tecnológicas do setor.

O quarto capítulo dedica-se a uma investigação empírica sobre a relevância dos SIC para o sistema de inovação brasileiro nos triênios de 2011, 2014 e 2017. Com base na integração de dados de esforço inovativo, provenientes da PINTEC, e das matrizes insumo-produto nacionais, são estimadas matrizes de fluxos de inovação com base nos dispêndios das empresas em P&D interna e, de forma mais ampla, nas Atividades Inovativas (AI). Embora existam limitações metodológicas, a construção de matrizes de fluxos tecnológicos permitiu a elaboração de indicadores para avaliar o grau de absorção e transbordamento de inovações pelos SIC entre os setores econômicos, abrangendo tanto as relações de consumo intermediário como a demanda final. Adicionalmente, o método de Extração Hipotética foi empregado para quantificar a interdependência tecnológica entre os SIC e os demais setores produtivos. Essa abordagem possibilita sintetizar a importância dos SIC na estrutura produtiva brasileira e compreender seu papel na difusão de tecnologia no sistema de inovação do país.

Já o capítulo 5 oferece uma perspectiva comparativa, intersetorial e temporal sobre a estrutura produtiva de quatro países em desenvolvimento: Brasil, China, Índia e México. Visando identificar os limites e avanços no processo de transição de setores tradicionais, baseados na produção em massa, para setores modernos orientados pelo paradigma da economia do conhecimento, o estudo examina a interação dos SIC na mudança e evolução dos sistemas produtivos desses países entre os anos de 2000 e 2014. A investigação se apoia na metodologia de análise de redes, através da mensuração de indicadores de densidade setorial e intersetorial, medidas de centralidade e a construção de grafos, aplicados às matrizes insumo-produto domésticas. Por meio dessa abordagem, busca-se compreender como os SIC se articulam com os diferentes sistemas produtivos, identificando os padrões de interdependência e os desafios enfrentados por essas economias em seu processo de mudança estrutural.

2. INTERDEPENDÊNCIA PRODUTIVA E INOVAÇÃO NO SETOR DE SERVIÇOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Introdução

As enormes mudanças dos padrões de consumo e das estruturas produtivas nas últimas cinco décadas tornaram os serviços cada vez mais presentes na economia, em termos de produção, emprego e tecnologia. Todavia, as particularidades e potencialidades dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) para a dinâmica tecnológica e a mudança estrutural da economia continuam em grande parte negligenciadas nas análises econômicas. O objetivo deste capítulo é, portanto, explorar o arcabouço teórico sobre a interdependência setorial e a inovação tecnológica no setor de serviços, lançando luz sobre os Serviços Intensivos em Conhecimento.

Para tanto, o capítulo busca combinar a compreensão dos fundamentos da mudança tecnológica, refletidas nas contribuições de teóricos evolucionários e neo-schumpeterianos, com a análise estrutural dos modelos de insumo-produto, inauguradas pelos trabalhos pioneiros de Leontief. Nessa perspectiva, o capítulo também explora as proposições teóricas sob o contexto das capacidades tecnológicas dos serviços e suas interações com o ambiente econômico. Cabe destacar que o capítulo é conduzido sob uma perspectiva setorial (macroeconômica), embora sejam igualmente ponderadas considerações no nível da empresa (microeconômica).

Para uma melhor compreensão, o capítulo está dividido em quatro seções. A seção 1.1 explora o desenvolvimento dos fundamentos da teoria econômica evolucionária e schumpeteriana. A seção dedica-se principalmente a compreender os determinantes das mudanças tecnológicas, explorando tanto os aspectos referentes ao comportamento da empresa frente ao ambiente de incertezas, como também os mecanismos de interdependência e difusão tecnológica, fundamentais para a dinâmica econômica. Já a seção 1.2, além de aproximar as concepções da teoria de mudança tecnológica com a abordagem insumo-produto, apresenta os principais modelos de interdependência produtiva e tecnológica por meio da análise insumo-produto.

Por outro lado, as seções 1.3 e 1.4 dedicam-se a contextualizar as tradições teóricas apresentadas nas primeiras seções na perspectiva das atividades de serviços. A seção 1.3 dispõe em revisar a literatura teórica que buscou vislumbrar as atividades de serviços no contexto das inovações tecnológicas, fundamentadas nas acepções evolucionária e schumpeteriana. Na seção 1.4 busca-se compreender as características dos Serviços Intensivos em Conhecimento, assim

como os fenômenos associados a crescente interdependência dessas atividades com a estrutura produtiva. Por fim são tecidas as considerações finais.

2.1. Os fundamentos da teoria da mudança tecnológica

A importância do avanço tecnológico para o desenvolvimento econômico já se fazia presente na obra ‘Riqueza das Nações’ do Adam Smith e nos três volumes de ‘O Capital’ do Karl Marx. No entanto, foi Joseph Schumpeter quem resgatou a importância da inovação tecnológica para o centro do debate econômico no início do século XX. A contribuição pioneira de Schumpeter a respeito da dinâmica da concorrência baseada na inovação (concorrência schumpeteriana) é reconhecida por economistas de diferentes correntes de pensamento, em especial pelos teóricos evolucionários e neo-schumpeterianos¹.

As primeiras teses de Schumpeter sobre a dinâmica da economia capitalista são abordadas em sua obra intitulada "Teoria do Desenvolvimento Econômico" (1961, originalmente publicada em 1911). Nesse livro, Schumpeter introduz as concepções iniciais do desenvolvimento econômico como um sistema em constante evolução. Em contraste com um ambiente econômico estável ao longo do tempo, típico do modelo de equilíbrio walrasiano, as inovações surgem como agentes disruptivos, promovendo mudanças significativas na forma tradicional de realizar atividades econômicas, resultando em uma alteração irreversível do estado de equilíbrio (Schumpeter, 1961, p. 91).

Dessa forma, Schumpeter (1961, p. 75-76) caracteriza a inovação como um processo-chave endógeno ao desenvolvimento, no qual a ‘realização de novas combinações’ substitui e elimina as antigas. O autor identifica cinco casos: i) introdução de um novo bem ou uma nova qualidade de um bem; ii) um novo método de produção ou maneira de comercializar uma mercadoria; iii) a abertura de um novo mercado; iv) a conquista de uma nova fonte de matéria-prima; v) o estabelecimento de uma nova forma organizacional de produção.

Em seu livro ‘Capitalismo, Socialismo e Democracia’ (1984), publicado originalmente em 1942, Schumpeter reforça o caráter evolutivo do processo capitalista. A dinâmica competitiva na busca por lucros extraordinários ou monopólios temporários estimula a

¹ Nas palavras de Nelson e Winter (1982, p. 68), “o termo ‘neo-schumpeteriano’ seria uma designação tão apropriada para a nossa abordagem quanto o termo ‘evolucionário’”. Conforme Rosenberg (2006, p. 166), “o estudo da inovação tecnológica (...) consiste de uma série de notas de rodapé das obras de Schumpeter”. A seção não pretende discutir as diferenças e similaridades entre as abordagens evolucionária e neo-schumpeteriana, para tanto ver Fagerbeg (2003) e Witt (2008).

inovação, levando ao surgimento de novos produtos, métodos de produção e formas de organização industrial. Nesse contexto, ocorrem constantes transformações por meio de ‘revoluções’ internas, que destroem estruturas antigas e dão origem a novas configurações. Esse processo, designado por ‘Destruição Criadora’, perpetua-se através da sucessão de revoluções e da absorção dos resultados obtidos.

Segundo Schumpeter (1984) a concorrência por inovação é caracterizada pela incerteza das perspectivas futuras. ‘Sob o vento perene da destruição criadora’, enquanto algumas empresas líderes se empenham deliberadamente em realizar inovações tecnológicas, outras optam por estratégias imitativas. Assim sendo, as empresas procuram adotar estratégias competitivas intensas, com foco na inovação, para elevar a qualidade e a produtividade a longo prazo, ao mesmo tempo em que realizam práticas defensivas para mitigar riscos envolvidos.

Apesar da ideia primária de cumulatividade dos avanços tecnológicos estar presente em Schumpeter², diversas críticas foram elencadas sobre o caráter excessivo da natureza descontínua do progresso técnico em sua obra. A título de exemplo, Strassmann (1959) observou que as tecnologias novas e antigas coexistem durante longos períodos, e Smith e Usher (1961) advertiram sobre a importância da contribuição das subseqüentes mudanças de pequena magnitude para o progresso técnico em relação ao desenvolvimento inicial.

Em virtude da complexidade que permeia as diversas nuances a respeito do processo evolutivo dinâmico, a literatura avançou para compreender os elementos subjacentes ao processo evolutivo. Para tanto, economistas evolucionários formalizaram uma teoria capaz de compreender o caráter sistêmico da inovação e sua própria relevância para a análise da evolução dos sistemas econômicos (Nelson; Winter, 2005).³

A teoria evolucionária objetiva compreender os “processos dinâmicos que determinam conjuntamente os padrões e comportamento da firma e os resultados de mercado ao longo do tempo” (Nelson; Winter, 2005, p. 39). Os padrões comportamentais das firmas, denominados como ‘rotinas’, assumem a função que os genes apresentam na teoria evolucionária biológica

² “A grande maioria dos bens (...) é apresentada em primeiro lugar de forma insatisfatória e experimental com a qual não poderia conquistar os mercados potenciais. O melhoramento da qualidade dos produtos constitui, pois, um aspecto praticamente geral da evolução das indústrias e empresas individuais” (Schumpeter, 1984, p. 124).

³ Apesar da construção de uma teoria formal de economia evolucionária ter sido publicada oficialmente por Richard Nelson e Sidney Winter em 1982 na obra *An Evolutionary Theory of Economic Changes*, os autores reconhecem o artigo ‘*Uncertainty, Evolution, and Economic Theory*’ de Alchian (1950) como o genitor da ideia geral em retratar a concorrência e o comportamento das firmas por meio de analogias do processo de evolução das espécies da teoria darwiniana. Desde a década de 1970 a construção dessa corrente teórica também teve a contribuição de diversos autores, com destaque para as obras ‘*Inside de Black Box*’, publicada em 1982 por Nathan Rosenberg, e ‘*Technical change and industrial transformation*’, publicada em 1984 por Giovanni Dosi.

e, ao longo do tempo, estas rotinas são modeladas por meio dos processos simultâneos e interativos de ‘busca’ (analogia com as mutações genéticas) e ‘seleção’ (seleção das espécies).

Considerando que as organizações enfrentam problemas de coordenação diante das complexidades e limitações inerentes às decisões a serem tomadas, as empresas adotam comportamento cauteloso em um contexto de incerteza: a incorporação de rotinas na tomada de decisões, tanto operacionais (de curto prazo) quanto estratégicas (de longo prazo). A rotinização das atividades é crucial para o acúmulo de conhecimento organizacional, abrangendo desde “rotinas técnicas bem específicas (...) até as políticas relativas ao investimento, à pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou publicidade e estratégias relativas à diversificação da produção” (Nelson; Winter, 2005, p. 32-33).

Por este ângulo, a cumulatividade pode ser expressa pela maior probabilidade de futuros avanços tecnológicos devido a influência da posição já alcançada. Isto é, o progresso de uma inovação é fruto principalmente de como o aprendizado gera competências tecnológicas e como a cumulatividade desta é capaz de aperfeiçoar e incrementar o estoque de conhecimento das organizações (Nelson; Winter, 2005).

Dois processos de aprendizado distintos são enfatizados na literatura econômica. O *learning-by-doing* (aprender fazendo) implica na ampliação e criação de conhecimento durante as operações cotidianas de produção, atribuindo o desenvolvimento de habilidades à experiência e resultando na redução dos custos de mão-de-obra (Arrow, 1962). Por outro lado, o *learning-by-using* (aprender usando) ocorre pela participação ativa dos usuários no processo de aprimoramento tecnológico, através de *feedbacks* que geram novas informações, o que possibilita modificações e aperfeiçoamentos (Rosenberg, 2006, p. 185).

Lundvall desenvolve o conceito de *learning-by-interacting* (aprender interagindo), que representa um processo de aprendizado contínuo e cumulativo entre usuários, produtores e outros agentes por meio da interação. Essa inter-relação resulta em uma ampliação do conhecimento dos agentes, bem como em mudanças nas hierarquias e fronteiras das organizações produtivas, fomentando a inovação interdisciplinar, interempresarial e intersetorial (Nelson et al., 1988). Consequentemente, as inovações surgem de múltiplas fontes, impulsionadas por processos iterativos e interativos que envolvem o fluxo de informações, conhecimento e aprendizado com *feedbacks* contínuos entre os diferentes atores do sistema econômico (Kline; Rosenberg, 1986).

Nesse contexto, Malerba (1992) elabora uma taxonomia dos processos de aprendizado, abrangendo seis principais tipos de processos de aprendizagem nas empresas: a) *learning-by-searching* refere-se a atividades internas, especialmente formalizadas em departamento de P&D, que visam gerar novo conhecimento; b) o *learning-by-doing* é um processo interno à empresa, no qual o conhecimento é adquirido através das atividades produtivas; c) *learning-by-using* está relacionado ao conhecimento gerado pelo uso contínuo de produtos e interações com clientes; d) *learning from advances in science and technology* envolve a absorção de desenvolvimentos externos em ciência e tecnologia, vinculado a fontes de conhecimento de universidades e institutos de pesquisa; e) *learning from inter-industry spillovers* é uma forma de aprendizado externo que ocorre por meio do que os concorrentes e outros setores estão realizando; f) *learning-by-interacting* resulta da interação com fontes de conhecimento a montante ou a jusante, por meio da cooperação com outras empresas/setores. Esses processos de aprendizado frequentemente interagem, criando um sistema interligado que enriquece a base de conhecimento organizacional.

Dessa maneira, os arranjos rotineiros são caracterizados por procedimentos de ‘busca’, ou seja, um conjunto de atividades que identifica maneiras promissoras para estreitar o caminho até o alcance de um objetivo (Nelson; Winter, 1977). Assim como a tentativa de inovar, a padronização de atividades particulares representa estratégias de busca, fazendo “parte do mecanismo genético subjacente ao processo evolucionário” (Nelson; Winter, 2005, p. 202). Durante o processo de busca, são tomadas decisões internas à firma com o propósito de realizar uma seleção prévia de tecnologias (*ex ante*) que mais se alinham às suas estratégias inovativas. Desse modo, ao avaliar o potencial de cada inovação e fatores relacionados a aplicabilidade da tecnologia, as firmas buscam minimizar as incertezas inerentes ao desempenho futuro da tecnologia escolhida (Nelson; Winter, 2005).

Todavia, ao possuir fragilidades associadas à incerteza sobre os resultados da seleção *ex ante*, o mercado funciona como ambiente seletivo *ex post*. Nesse contexto, o ambiente de seleção de mercado “determina a maneira pela qual a utilização relativa de diferentes tecnologias se modifica através do tempo” (Nelson; Winter, 2005, p. 381). Posto isso, além do processo inicial por meio do emprego de um novo processo ou pela venda de um produto inovador pela firma que a introduz, a difusão se expande através da imitação e adoção

tecnológica por parte de outras empresas e pela substituição gradual de tecnologias antigas pelas novas, permitindo que práticas mais eficientes e avançadas se consolidem no mercado.⁴

Portanto, na abordagem evolucionária, as firmas/mercados evoluem através da ação simultânea dos processos de busca e seleção e, ao longo do tempo, a posição anterior de cada firma/setor carrega “as sementes da sua situação no período seguinte” (Nelson; Winter, 2005, p. 40). Estas observações presumem que a mudança econômica mescla processos ‘deliberados’ e ‘cegos’, isto é, “contempla tanto a ‘herança’ de características adquiridas como o eventual aparecimento de variações sob estímulo da adversidade” (Nelson; Winter, 2005, p. 28).

Posto isso, conforme Dosi (2006), a teoria evolucionária tem compromisso com a natureza dos *feedbacks* entre ‘ambiente em mudança e a mudança dos comportamentos’. Considerando que as rotinas e o conhecimento do ambiente são complementares para determinar as direções das mudanças tecnológicas, essa corrente teórica avançou no sentido de elucidar as estratégias e mecanismos de mercado que caracterizam a dinâmica evolutiva e interdependente da mudança tecnológica.

As propriedades até então discutidas passam por dois mecanismos permanentes da dinâmica produtiva: a apropriabilidade e a difusão tecnológica. A primeira é identificada como fonte das assimetrias entre os conhecimentos acumulados, necessários para acessar e desenvolver novas tecnologias, apreendidos por diferentes empresas. A última representa um mecanismo de convergência, remete aos processos de complementariedade e interdependência entre o conhecimento de diferentes empresas e setores que determinam as direções tecnológicas (Dosi, 2006).

A apropriabilidade, condição que incentiva o empreendedor a investir em atividades inovadoras, refere-se à capacidade de uma firma em capturar os ganhos (lucros) de uma inovação antes da entrada de novos concorrentes, funcionando como uma barreira tecnológica que permite a obtenção de lucros extraordinários. A apropriação dos ganhos de uma inovação é realizada por meio de quatro instrumentos: patentes, sigilos, vantagens de *lead time* e capacidades complementares. Apesar do sigilo e o *lead time* serem mais enfatizados e utilizados

⁴ Deve-se salientar a existência de ambientes de seleção extramercado pois, além da avaliação dos interesses das firmas e dos consumidores, a viabilidade de uma inovação (e sua difusão) envolve importantes componentes para além da concorrência de mercado, como os valores sociais e interesses públicos, as instituições, agências reguladoras e setores públicos (Nelson; Winter, 1977).

do que as patentes, os quatro instrumentos são utilizados de forma complementar e apresentam efetividade distintas para os diferentes setores (Cohen; Nelson; Walsh, 2000).⁵

Não obstante, o sucesso e impacto de uma inovação para o desenvolvimento econômico no longo prazo são determinados por sua difusão tecnológica. Apesar da característica disruptiva, as inovações isoladas quase nunca constituem uma inovação completa, ou seja, não alcançam a amplitude de possibilidades de aplicação e retornos sociais apenas quando inauguram grandes mudanças tecnológicas. Posto isso, deve-se considerar o caráter interdependente de complementariedade das inovações

“O processo de difusão, via de regra, depende de uma sequência de melhoramentos nas características de desempenho de uma invenção, de sua modificação e adaptação graduais para adequar-se às necessidades ou demandas específicas de vários nichos de mercado e da disponibilidade de outros insumos complementares que tornam útil uma invenção original” (Rosenberg, 2006, p. 44).

Por conseguinte, a complementaridade deve ser abordada de maneira sistêmica, considerando um conjunto de tecnologias. Uma inovação em um setor não se limita a reduzir apenas o preço de produtos ou melhorar processos em outro setor, mas possibilita o desenvolvimento de produtos e processos totalmente novos ou aprimorados. Os efeitos combinados de inúmeros aperfeiçoamentos cumulativos e complementares podem ter um impacto significativo em um sistema produtivo, uma vez que uma inovação inicial pode criar novas oportunidades econômicas que reverberam sistematicamente em outros setores econômicos (Rosenberg, 2006). As causas e consequências das mudanças tecnológicas nunca se restringem a apenas uma inovação ou um setor, existe uma interdependência intrínseca à difusão das tecnologias, visto que

“A dinâmica de cada ramo influencia e é influenciada pelos padrões de mudança em outros ramos através da difusão interindustrial das inovações, das mudanças dos preços relativos e nas rentabilidades relativas, e por meio de padrões derivados da demanda pelos produtos de cada ramo industrial, que representam insumos para as técnicas de produção de outros ramos” (Dosi, 2006, p. 385).

Portanto, a difusão tecnológica está intrinsecamente ligada à disseminação na produção, resultante de aperfeiçoamentos cumulativos e complementares provenientes dos processos de

⁵ A discussão sobre a eficácia e relevância das patentes e outras formas de apropriabilidade na literatura é extensa. Para maior aprofundamento sugere-se os trabalhos de Mowery e Rosenberg (1979), Levin et al. (1987), Winter (2000); Cohen, Nelson e Walsh (2000) e Mowery et al. (2001). Para uma revisão completa e atual ver Rockett (2010).

aprendizado e trocas de informações. Por outro lado, há o processo de difusão pela demanda, em que os vínculos entre produtores e usuários desempenham um papel crucial para estimular e orientar as inovações, estabelecendo um ciclo dinâmico de *feedbacks* positivos (Dosi, 2006).

A literatura evolucionária e neo-schumpeteriana avançam para apreciação do sistema tecnológico por meio de uma abstração mais ampla sobre o papel da mudança tecnológica e da difusão da inovação. Com base na ideia de ‘trajetórias naturais’ proposta por Nelson e Winter (2005), Dosi argumenta que a evolução das tecnologias ao longo do tempo segue padrões regulares, definidos por trajetórias de mudança tecnológica em produtos e processos. Essas trajetórias são impulsionadas por inovações centrais que possibilitam uma série de melhorias cumulativas e complementares, sujeitas à constante apreciação de fatores institucionais e sociais.

Em outros termos, dada uma ‘necessidade’ ou ‘problema’ tecno-econômico definido, surgem soluções tecnológicas específicas que incorporam fundamentos característicos e determinam os rumos da mudança técnica. Assim sendo, as trajetórias tecnológicas representam um “aglomerado de possíveis direções tecnológicas cujos limites externos são definidos pela natureza do próprio paradigma” (Dosi, 2006, p. 42).

Nesse sentido, os paradigmas tecnológicos possuem simultaneamente atribuições de criação e exclusão (destruição criativa), pois ao mesmo tempo que determina direções tecnológicas específicas, podem eliminar ou obscurecer outras possibilidades tecnológicas. Logo, estabelecida uma necessidade e selecionado um caminho, a resolução de problemas determinados por um paradigma se move como ‘trajetórias naturais’ do progresso técnico (Dosi, 2006).

Segundo Perez (1985) o conceito de paradigma tecno-econômico tem um contexto histórico e de interação entre as esferas econômicas, sociais e institucionais.⁶ Nessa abordagem, o mecanismo de seleção se encontra no desenvolvimento de um determinado insumo que influencia categoricamente o comportamento da estrutura relativa de custos, denominado ‘fator chave’, que afeta em todos os aspectos a esfera produtiva do sistema econômico e guia a direção das mudanças do paradigma econômico. A constelação completa estruturada por novas indústrias, sistemas tecnológicos, e infraestrutura transformam os setores que “produzem ou

⁶ A autora utiliza o termo ‘tecno-econômico’ como uma denominação que abarca não apenas aspectos tecnológicos, mas também fatores econômicos, sociais e institucionais que desempenham um papel relevante na difusão tecnológica. Embora todos esses elementos se façam importantes, o enfoque principal do presente trabalho concentra-se nas contribuições da autora para o quadro analítico tecnológico no nível setorial da indústria.

utilizam intensivamente o fator chave, os novos motores de crescimento e geradores de uma nova gama de atividades induzidas, que geralmente se proliferam de forma frenética, uma vez iniciada a ascensão” (p. 448) do paradigma tecnológico (Perez, 1985).

Os setores envolvidos nos processos de difusão de um novo conjunto de inovações, as tecnologias associadas, infraestruturas e princípios organizacionais são denominados: a) setores motrizes, produzem os insumos-chave de aplicabilidade generalizada; b) setores transmissores, indústrias que demandam os fatores-chave e representam os produtos e serviços paradigmáticos, ampliam a variedade e intensidade de investimentos e orientam a direção e o ritmo tecnológico; c) setores de infraestrutura, representam papel fundamental em ampliar o acesso e as fronteiras do mercado para todas as indústrias; d) atividades induzidas, considerados como o conjunto de estruturas e fenômenos que são impactados ou reforçam a difusão das indústrias paradigmáticas (Perez, 2009).

Os diferentes setores e suas formas organizacionais estão interligados dentro dos paradigmas tecnológicos, formando uma rede de fornecedores e infraestruturas interdependentes. Essas interconexões fortalecem o dinamismo e a evolução mútua entre os fatores-chave e as novas indústrias. A disseminação desses setores-chave impulsiona mudanças nos padrões de consumo e nas estruturas produtivas, fortalecendo as interligações entre as indústrias pioneiras, infraestrutura e configurações organizacionais. Dessa forma, um novo paradigma tecnológico “introduz seções totalmente novas nas matrizes de insumo-produto, que gradualmente se tornam as mais dinâmicas (e acabam modificando as demais)” (Perez, 2009, p. 191).

Com base nos fatores-chave, as indústrias novas ou redefinidas, as infraestruturas protagonistas e a forma de organização dos mercados, Perez (2009) demonstra a existência de cinco paradigmas tecno-econômicos: 1) Revolução Industrial (1770-1840); 2) Era das máquinas a vapor (1840-1890); 3) Era do aço e eletricidade (1890-1940); 4) Era do petróleo e produção em massa (1940-1980); 5). Era das tecnologias de informação e comunicação (1980 - período atual).⁷

A autora concentra-se a discussão sobre as especificidades do paradigma tecno-econômico atual, que se configura em torno das tecnologias da informação (doravante, paradigma da economia do conhecimento), buscando fazer um contraste com o paradigma da

⁷ O Quadro A apresentado no apêndice organiza e resume os principais setores e características que formam as cinco eras tecnológicas e seus paradigmas tecno-econômicos.

era fordista e do petróleo (paradigma da produção em massa). O paradigma da produção em massa foi marcado pela ascensão da indústria automobilística, petroquímica e outros bens duráveis (setores transmissores) e pela exploração intensiva do petróleo (setor motriz) como principal fonte de energia e matéria-prima. Já o paradigma da economia do conhecimento é caracterizado pelo protagonismo da indústria de computação, softwares e biotecnologia (setores transmissores) e baseada na utilização extensiva da microeletrônica fomentada pelo avanço dos semicondutores (setor motriz) (Perez, 2009).

Quanto às infraestruturas dos dois períodos, atualmente as telecomunicações digitais, a internet e as fontes de energias renováveis são fundamentais para o desenvolvimento econômico. Esses elementos crescem a um ritmo mais acelerado e apresentam maior intensidade de investimentos em comparação aos meios de transporte físico — como redes de rodovias, portos, aeroportos e dutos de óleo — e às telecomunicações analógicas do paradigma anterior (Perez, 2009).

Por fim, as novas tecnologias modificam os padrões concorrenciais e estabelece novos critérios e princípios organizacionais que se mostram superiores aos anteriores. Na Era fordista, a organização produtiva era fundamentada na linha de montagem e na produção em massa de produtos padronizados. Nesse período, as empresas adotavam o modelo corporativo, com estruturas complexas e hierárquicas, departamentos internos de P&D (Perez, 2002).

Por outro lado, o paradigma atual da organização produtiva é caracterizado pela iteração entre design, engenharia, produção, gestão e marketing em um sistema integrado. Nesse novo modelo, a diversidade e a flexibilidade da produção substituem a homogeneidade e os sistemas dedicados. As empresas adotam estruturas horizontais, com profissionais que possuem conhecimentos e funções multifuncionais, em vez de habilidades especializadas (Perez, 2002).

Portanto, conforme a autora sintetiza, um paradigma tecno-econômico se desenvolve conforme o

“ritmo de difusão dos produtos, tecnologias e infraestruturas revolucionárias em ciclos de retroalimentação auto reforçados. A princípio o impacto é localizado e menor, com o tempo é generalizado e abrangente. As mudanças ocorrem na economia e no território, nos comportamentos e nas ideias. O paradigma e seus novos critérios de senso comum se arraigam e atuam como indutores e filtros para a busca de inovações técnicas, organizacionais e estratégicas, bem como para as decisões de negócios e consumidores. O processo é auto reforçado à medida que a propagação e adoção das novas tecnologias confirmam na

prática a sabedoria dos princípios compartilhados” (Perez, 2009, p. 195, tradução livre).

Nesse contexto, a mudança estrutural do novo paradigma se materializa em: i) novos conceitos técnicos e organizacionais de produção; ii) novos modelos de gestão e organização empresarial; iii) maior produtividade dos fatores de produção, com capital e trabalho mais qualificados; iv) ampla expansão de investimento e inovação associadas aos ‘insumos-chave’; v) taxas de crescimento mais elevadas de bens e serviços relacionados ao fator-chave; vi) redefinição das escalas ótimas de fábrica e mercado; vii) reestruturação das relações intersetoriais e interprofissionais (Perez, 1985).

Após examinar as contribuições teóricas da mudança tecnológica, proporcionando uma compreensão inicial dos conceitos subjacentes à inovação, interdependência e difusão, é fundamental estabelecer uma base sólida para a análise empírica. Em vista disso, a teoria de análise insumo-produto emerge como uma ferramenta analítica possível para a investigação da difusão tecnológica e interdependência setorial em um ambiente de mudança econômica. As principais contribuições dessa literatura serão examinadas na próxima seção.

2.2. Análise insumo-produto e interdependência setorial

A análise insumo-produto, ou análise das relações interindustriais, desenvolvida por Leontief (1936), reestabelece o interesse pelo estudo das interdependências produtivas, trazendo de volta à visão da economia como uma estrutura formada por componentes interligados e mutuamente interdependentes. Reconhecidamente inspirado pelo *Tableau Economique* delineado por Quesney em 1758 e pela contribuição de Walras em 1874 para a teoria do equilíbrio geral da produção⁸, Leontief propõe o modelo insumo-produto com interesse em desenvolver uma ferramenta analítica para compreender a importância econômica das relações entre as indústrias e “preencher os compartimentos vazios da teoria econômica” (Leontief, 1983, p. 15).

Não obstante, antes de compreender o modelo insumo-produto em termos econômicos e tecnológicos, faz-se importante apontar as divergências e convergências entre o método insumo-produto e a teoria da mudança tecnológica, abordada na seção precedente. Primeiramente, sob a perspectiva da tradição schumpeteriana e evolucionária, o pressuposto de que o sistema econômico se encontra em posição de equilíbrio do modelo insumo-produto

⁸ Kurz e Salvadori (2000) realizam uma análise histórica das raízes da análise de insumo-produto na economia.

contrasta diretamente com a visão dinâmica da mudança econômica em constante desequilíbrio (Drejer, 1999).

No entanto, conforme Drejer (1999), as duas tradições podem ser complementares. Por um lado, a estrutura proposta por Leontief trata a mudança tecnológica de maneira mecanicista negligenciando a percepção dinâmica da tecnologia e, por outro lado, a tradição schumpeteriana enfatiza a mudança tecnológica sem investigar a dimensão estrutural do sistema econômico. Assim sendo, a convergência das duas contribuições permite avançar para a compreensão da mudança estrutural da economia.

Conforme exposto por Leontief (1941), o modelo insumo-produto necessita ter o compromisso com generalidades e limitações teóricas para poder representar um conteúdo prático e empírico relevante. O autor sugere que a mudança econômica pode ser vista como estática (mudança estrutural) ou dinâmica (processo intrínseco ao sistema). A mudança estrutural envolve variações nas bases do modelo insumo-produto, enquanto a abordagem dinâmica é considerada inerente ao sistema econômico, ambas teoricamente válidas (Leontief, 1953). Por fim, Leontief reconhece que “entre os muitos fatores que promovem a mudança econômica, [...] a mudança na tecnologia é o mais proeminente” (Carter, 1996).

Do ponto de vista da tradição neo-schumpeteriana, Rosenberg (2006) observa com grandes méritos a análise insumo-produto, pois “essa técnica torna possível estudar o processo de mudança tecnológica [...], visíveis somente no nível intermediário” (p. 118). Conforme o autor, a incapacidade de considerar os relacionamentos intersetoriais constituíam grande limitação da literatura sobre inovação tecnológica. Nesse sentido, o modelo insumo-produto “ajuda a entender a interdependência estrutural do sistema econômico e as mudanças nessa interdependência estrutural ao longo do tempo” (p. 119).

As conclusões de Rosenberg vão em direção as concepções de Leontief sobre a importância da interdependência produtiva e tecnológica para a mudança econômica. Conforme Rosenberg (2006), não apenas o progresso tecnológico em um setor acarreta significativas repercussões em todo o sistema econômico, por meio de alterações no preço e eficiência, mas também a evolução tecnológica em um determinado setor da economia está cada vez mais interligada à dinâmica tecnológica de outros setores.

Apesar disso, autores da tradição neo-schumpeteriana e evolucionária apresentam limitações da análise insumo-produto. Conforme Nelson e Winter (1982), a abordagem suprime aspectos do processo de busca tecnológica: o contexto do processo, sua irreversibilidade e a

incerteza associada ao processo. Dahmén (1988) defende que, apesar dos modelos insumo-produto ampliarem a compreensão estática das inter-relações industriais no nível setorial e macro, a metodologia pode omitir elemento crucial do processo: a complexa dinâmica das interações subjacentes.

Diante dessa característica estática, foram realizadas diversas contribuições para tornar a análise insumo-produto mais dinâmica. Para tanto, primeiramente é apresentado o modelo insumo-produto primário de Leontief e seus subsequentes avanços, como também o modelo de setores verticalmente integrados em uma análise dinâmica de um sistema em crescimento, desenvolvido pelo trabalho seminal de Pasinetti (1981). Posteriormente são explorados os estudos que incorporam a mudança tecnológica na abordagem de insumo-produto.

2.2.1. Interdependência setorial: modelos insumo-produto de produção e trabalho

O modelo de insumo-produto é composto por representação matemática das relações de produção e consumo entre esses setores, permitindo uma compreensão detalhada de como a produção e a demanda estão interligadas. A representação do modelo é realizada por meio de uma matriz de coeficientes técnicos, a qual indica a quantidade de insumos necessários de cada setor para produzir uma unidade adicional de produção em outro setor. Dessa forma, as linhas representam os setores que produzem bens e serviços e as colunas mostram como esses bens e serviços são usados como insumos em outros setores. Esses coeficientes podem ser divididos em coeficientes técnicos diretos e coeficientes técnicos indiretos (Miller; Blair, 2009).

Os impactos diretos são as mudanças imediatas na produção em um setor específico da economia quando a demanda ou produção desse setor aumenta ou diminui. Por exemplo, um aumento na demanda por automóveis leva a impactos diretos positivos no setor automobilístico, resultando em maior produção e emprego. Já os impactos indiretos são mudanças secundárias nos outros setores econômicos por efeito dos impactos diretos. Por exemplo, o aumento na produção de automóveis pode impulsionar a demanda por aço, borracha e eletrônicos, gerando impactos indiretos positivos nos setores que fornecem esses insumos. Essa distinção é fundamental para entender como a produção se propaga ao longo da cadeia produtiva (Miller; Blair, 2009).

A primeira formulação desenvolvida por Leontief em 1936 considerava a coluna da demanda final e a linha do valor adicionado como partes integrantes do fluxo entre atividades, configurando um modelo fechado em relação à demanda final. Em trabalhos subsequentes, o autor introduz o conceito de sistema aberto, no qual as linhas e colunas relacionadas à "n-ésima

atividade" (valor adicionado e demanda final) são tratadas como elementos exógenos ao sistema. Isso implica uma separação entre os coeficientes tecnológicos e aqueles relacionados às decisões de consumo, proporcionando uma maior consistência ao modelo (Miller; Blair, 2009).

Outro aspecto importante do modelo de Leontief é o tratamento dos preços. O modelo original de Leontief não aborda explicitamente os preços dos produtos, mas sim as quantidades produzidas e consumidas em valores monetários. No entanto, os coeficientes técnicos podem ser usados para derivar informações sobre a estrutura de preços da economia quando se consideram dados reais de produção e consumo. Por outro lado, os dados podem ser representados pelas quantidades físicas dos bens e serviços, desde que cada cédula da matriz seja redefinida entre o valor monetário para cada unidade de medida física (Miller; Blair, 2009).

O modelo de Leontief parte de algumas hipóteses básicas: i) rendimentos constantes de escala, no qual os coeficientes técnicos de produção não se alteram conforme a quantidade produzida; ii) não há substitutibilidade técnica entre os fatores de produção; e iii) cada setor opera com a mesma tecnologia e produz um único produto homogêneo. Portanto, o modelo, em sua essência, é estático, o que significa que ele captura uma imagem da economia em um momento específico no tempo (Miller; Blair, 2009).

Procurando superar a configuração estática do modelo, Leontief (1986) desenvolve o chamado "modelo inverso dinâmico". Esse modelo é uma extensão do modelo de insumo-produto que leva em consideração mudanças ao longo do tempo e introduz elementos da demanda final que antes eram exógenos, como a variável de investimento. Através do modelo inverso dinâmico, Leontief procurou tornar possível explorar como as decisões de investimento, mudanças tecnológicas e outros fatores influenciam a produção, o emprego e o consumo em um horizonte temporal mais amplo.

Em trabalho seminal, Pasinetti (1973) oferece uma abordagem profunda para compreender as dinâmicas econômicas e mudanças estruturais em uma economia, denominada 'setores verticalmente integrados'. Seus objetivos principais incluíam explicar as mudanças na estrutura produtiva ao longo do tempo e como essas mudanças afetam o crescimento econômico. Na concepção de setores verticalmente integrados, todas as transações intersetoriais

são pensadas como parte de um processo contínuo de subsistemas⁹, que apenas se completa quando se produz uma mercadoria destinada a demanda final (Pasinetti, 1981).

Na abordagem de setores verticalmente integrados, todos os insumos de produção são reduzidos ao fator trabalho, ou seja, todos os processos de produção são considerados verticalmente integrados. A operação lógica da desagregação consiste na subdivisão de cada indústria em diversas partes (insumos), permitindo reestruturar de maneira "vertical" os processos produtivos e a quantidade de trabalho para satisfazer a demanda pelo produto final. O resultado é uma tabela que mostra analiticamente, por linha e coluna, todas as relações entre os ramos e os subsistemas (Pasinetti, 1981).

Pasinetti direciona sua análise para produtos, ao invés de indústrias, onde o produto final é expresso pela quantidade de trabalho incorporado em todos os processos de produção. Conforme Pasinetti (1981), os coeficientes de produção em um modelo verticalmente integrado são uma combinação linear dos coeficientes de produção do modelo insumo-produto de Leontief. A utilidade dos ‘coeficientes de trabalho verticalmente integrados’ reside na unificação em uma única dimensão dos fatores diretos e indiretos necessários ao processo produtivo de um subsistema.

O modelo assume, em uma análise dinâmica de crescimento, que o aumento populacional é exógeno e constante, e que as mudanças técnicas ocorrem de forma gradual e contínua em cada setor, mas com ritmos distintos. Dessa maneira, a mudança técnica permanece constante dentro de cada setor ao longo do tempo, embora com variações de taxa entre setores. Nesses termos, a mudança técnica desempenha um papel crucial, pois quando não ocorre mudança técnica os coeficientes diminuem (cada um no seu próprio ritmo) e a estrutura do emprego tende a se transformar, potencialmente gerando desemprego, a menos que haja um aumento correspondente na demanda (Pasinetti, 1973).

Nesse contexto, para manter um crescimento econômico equilibrado com pleno emprego é necessário que a renda per capita aumente continuamente. Quando a produtividade aumenta, a renda per capita se amplia, e a demanda crescente se concentra em um conjunto variável de bens, o que pode causar mudanças na estrutura de preços se as taxas de mudança técnica continuarem a variar entre setores. Por conseguinte, “a noção de um setor verticalmente

⁹ O conceito de “subsistema” foi originalmente apresentado por Sraffa em 1960 com objetivo de fornecer uma abordagem alternativa para avaliar as quantidades de trabalho que são utilizadas direta e indiretamente na produção de cada mercadoria, porém direcionada para a análise de produtos individuais sem uma abordagem de produção ampla e conjunta (Pasinetti, 1981).

integrado [...] adquire maior relevância quando a mudança técnica está presente” (Pasinetti, 1973, p. 31).

O autor descreve que, embora o progresso técnico seja assumido como constante dentro dos setores, sua manifestação e impacto na economia podem ocorrer em intervalos de tempo irregulares, gerando momentos de ajuste e novas necessidades de adaptação do sistema. Nesse sentido, não há um mecanismo natural que assegure um crescimento equilibrado contínuo. Para mitigar flutuações severas, Pasinetti propõe a necessidade de políticas públicas para regular as atividades econômicas, e enfatiza que as empresas devem desempenhar um papel ativo na sustentação da demanda, o que pode ser alcançado por meio de novos investimentos, produtos, mercados ou estruturas organizacionais (Pasinetti, 1981).

Por fim, Pasinetti (1977) conclui que a noção de ‘setores verticalmente integrados’ evidencia a importância da integração vertical nas teorias de valor do trabalho, distribuição de renda e crescimento econômico. Além disso, abre novas possibilidades para análises dinâmicas e, desse modo, contribui para mitigar as dificuldades analíticas relacionadas à compreensão da mudança técnica.

No entanto, conforme Drejer (1999, p. 30) salienta, tanto a abordagem tradicional de insumo-produto, baseada no modelo inverso dinâmico de Leontief, quanto a estrutura de setores verticalmente integrados proposta por Pasinetti compartilham a característica de considerar a tecnologia como um dado exógeno. Dessa forma, o autor destaca a necessidade de incorporar a mudança tecnológica nos coeficientes técnicos da produção. A inclusão de uma matriz de gastos em P&D pode contribuir para esse modelo ao estabelecer um vínculo entre a estrutura produtiva e os investimentos em inovação.

2.2.2. *Interdependência tecnológica: modelos de inovação na análise insumo-produto*

Abordagens teóricas e empíricas buscaram integrar o enfoque estrutural do modelo insumo-produto com as dinâmicas de mudança tecnológica na economia da inovação, visando analisar a interdependência tecnológica. Os economistas evolucionários Dosi (2006) e Rosenberg (2006), por exemplo, dão destaque para as contribuições seminais de Schmookler (1966) e Carter (1970).

Conforme Carter (1970), em consonância com Rosenberg, muitos aspectos da mudança tecnológica são visíveis apenas no nível intermediário, que é o foco central de sua atenção. A autora utiliza a análise insumo-produto comparando matrizes novas e antigas, visando construir

um modelo híbrido que envolve uma escolha entre duas técnicas em cada indústria - uma técnica considerada antiga e a outra nova.¹⁰

Carter mostra que a mudança econômica tem sido associada a uma crescente dependência de setores de serviços ao produtor, comunicação, energia e transportes, em detrimento da redução em outros conjuntos de coeficientes de produtores de insumos materiais. Além disso, a autora demonstra como a mudança tecnológica tem expandido a gama de substituíbilidade entre materiais. A tradicional dominância do aço em muitos usos, por exemplo, foi desafiada com sucesso por materiais de alumínio ou a crescente importância de plásticos e produtos químicos, como também as mudanças no design de produtos associadas a esses novos e versáteis materiais, são verificadas pela autora (Carter, 1970).

Além da mudança estrutural, a autora investiga os efeitos da difusão tecnológica e conclui que empresas de distintos setores podem auferir vantagens de uma inovação particular. Consequentemente, inovações têm o potencial de incrementar os ganhos dos fornecedores de um setor, ao estimularem a demanda tanto direta quanto indiretamente por insumos específicos. A perspectiva de aproveitar a difusão desses ganhos confere às empresas um significativo interesse econômico na transformação tecnológica para além de seu próprio setor imediato (Carter, 1990).

Dentro de contexto análogo, com base em estatísticas de patentes e mensuração empírica de uma matriz em nível setorial análoga a matriz insumo-produto, Schmookler (1966) procurou compreender se as invenções são principalmente induzidas pelo conhecimento ou pela demanda. As conclusões do autor dão maior relevância para os setores usuários da inovação para o desenvolvimento tecnológico. Conforme o autor, a maior parte da produção das indústrias é direcionada principalmente para outras indústrias, e não para o consumidor final. Assim sendo, o autor destaca que a competência dos usuários desempenha um papel vital na direção das inovações, levando os inovadores a tentarem antecipar as necessidades dos consumidores.

Schmookler (1966) acrescenta que a maneira mais frequente e eficiente de melhorar a técnica de produção se dá por meio da aquisição de aprimoramentos ou novos bens e serviços como insumos de outras indústrias, ou seja, por meio da compra de tecnologia incorporada em novos produtos e serviços. Para avaliar essa difusão tecnológica, o autor sugere realizar a

¹⁰ Carter (1970), para além de análises estruturais diferenciadas pelo tempo, também aplica a metodologia para comparar estruturas produtivas de diferentes países desenvolvidos.

interação entre uma variável de tecnologia em nível setorial com os coeficientes de produção setoriais. Apesar de Schmookler (1966) delinear pela primeira vez as propriedades de uma matriz hipotética de fluxo de tecnologia, a análise empírica foi realizada anos depois por Terleckyi (1980) e Scherer (1982).

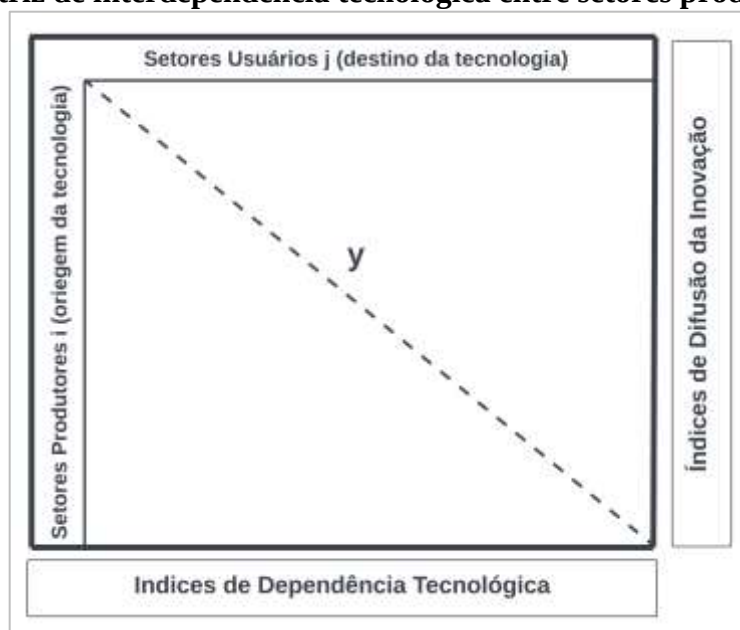
Os resultados de Terleckyi (1980) revelam duas descobertas importantes: (1) um aumento direto na produtividade das indústrias que investem em P&D (2) um aumento indireto na produtividade das indústrias que comprem bens de capital e insumos de setores que realizam P&D. É relevante notar que os efeitos indiretos, em relação aos gastos com P&D, demonstraram resultados consideravelmente maiores do que os efeitos diretos.

Além disso, Scherer (1982) também contribui para essa compreensão, ao mostrar que, quando os dados de crescimento da produção são ajustados pela qualidade e utilização de capital humano, os dados de P&D por indústria de uso têm um desempenho superior aos dados da indústria de origem na explicação das diferenças no crescimento da produtividade entre os setores. Portanto, ambos os estudos sugerem que o investimento em P&D, seja direta ou indiretamente através de aquisições de insumos, desempenha um papel fundamental no aprimoramento da produtividade industrial.

Archibugi (1988) procura contribuir para a formulação de um quadro conceitual que visa avaliar os fatores determinantes e o impacto da inovação tecnológica. Conforme o autor, a análise econômica não se limita apenas ao primeiro setor que adota inovações, ela também se concentra na disseminação dessas inovações para outros setores ao longo do tempo. Uma característica essencial da inovação tecnológica é a sua capacidade de se infiltrar em diversos setores de uso, muitas vezes independentemente dos setores que originaram a tecnologia.

Para tanto, o trabalho propõe uma representação para descrever como a mensuração da inovação entre setores produtores e usuários deve ser realizada, conforme a matriz da Figura 2.1. A Matriz é uma representação das inovações que identifica os setores de origem (i) e de destino da tecnologia (j). As linhas indicam os setores que transferem tecnologia para outros, enquanto as colunas mostram os setores que recebem tecnologia. A linha diagonal (y), por outro lado, representa as inovações criadas e utilizadas pela mesma indústria. O método possibilita a análise das interconexões entre indústrias, a criação de índices de dependência e difusão tecnológica, bem como a identificação de setores que são fontes e destinatários de tecnologia (Archibugi, 1988).

Figura 2.1 - Matriz de interdependência tecnológica entre setores produtores e usuários



Fonte: Adaptado de Archibugi (1988).

Conforme o autor, os indicadores tecnológicos amplamente utilizados em pesquisas econômicas incluem estatísticas de P&D em termos de gastos e recursos humanos, o balanço tecnológico de pagamentos (TBP), estatísticas de patentes e o acompanhamento direto das inovações. Importante notar que apenas dois desses indicadores, as estatísticas de P&D e o acompanhamento de inovações, foram originalmente desenvolvidos para analisar a mudança tecnológica. Os outros dois, TBP e números de patentes, foram inicialmente concebidos para fins diferentes e posteriormente aplicados à medição da mudança tecnológica (Archibugi, 1988).

A variável mais utilizada para medir a interdependência tecnológica é o gasto em P&D e pessoal, agregados com base na atividade econômica predominante do setor que realiza essas despesas. No entanto, essa metodologia presume que os setores que utilizam a P&D se relacionam proporcionalmente aos setores de bens e serviços nas tabelas de insumo-produto, o que não é garantido, já que os fluxos de P&D podem não seguir a mesma direção dos produtos da indústria. Portanto, apesar de suas limitações, essa abordagem oferece informações sobre a direção dos fluxos de P&D entre setores e produtos (Archibugi, 1988).

As outras medidas de interdependência tecnológica têm suas vantagens, mas também apresentam limitações significativas. O TBP (balanço tecnológico de pagamentos) mensura as transações de tecnologia entre empresas e setores de diferentes países, porém, concentra-se principalmente em transferências de tecnologia comerciais, excluindo atividades inovadoras não comerciais. As patentes podem ser valiosas fontes de informação, mas, a menos que cada

patente seja analisada individualmente, não revelam o setor de aplicação da inovação. Por fim, monitorar diretamente as inovações realizadas é uma opção, mas geralmente envolve amostragem, introduzindo critérios subjetivos devido à metodologia adotada, o que pode afetar a representatividade dos resultados (Archibugi, 1988).

Conforme Drejer (1999) a abordagem que utiliza os gastos em P&D para a mensuração de uma matriz de interdependência tecnológica é a mais adequada. Essa interdependência pode ser representada de forma endógena nos modelos de insumo-produto, desde que os coeficientes técnicos sejam determinados por fatores internos ao sistema (produtos setoriais (*outputs*)).¹¹ Em essência, a transformação dos coeficientes técnicos envolve a incorporação de uma matriz de esforços em inovação nas matrizes de insumo-produto, muitas vezes relacionada a variáveis de gastos em atividades inovativas, como a P&D.¹²

Deve-se destacar que esta abordagem apresenta limitações quanto aos diferentes mecanismos de difusão tecnológica, que vão além das transações observáveis de bens e serviços na economia. Conforme Griliches (1979), há dois tipos fundamentais de *spillover*: *rent-spillover* e *knowledge-spillover*. O primeiro ocorre quando setores usuários de inovações se beneficiam da aquisição de insumos produtivos novos ou aprimorados fornecidos por setores produtores. Já o segundo refere-se ao transbordamento de conhecimento tácito que não está diretamente incorporado nessas transações, abrangendo a disseminação de ideias, rotinas, habilidades e formas organizacionais que impulsionam a inovação.

Além disso, assim como realizado por Drejer (1999), a representação do fluxo intersetorial (para os subsistemas produtivo e tecnológico) pode ser realizada por meio da utilização de metodologia de redes aplicada às matrizes insumo-produto. Os trabalhos seminais de Schnabl (1994) e Leoncini (1996) demonstram que o método permite que as informações estruturais sejam diferenciadas dos dados quantitativos subjacentes, podendo ser uma ferramenta analítica alternativa capaz de visualizar e medir características estruturais e sistêmicas.

¹¹ Deve-se destacar que a endogenização dos coeficientes técnicos em modelos de insumo-produto exige a formulação de equações adicionais que relacionem a estrutura produtiva aos determinantes da inovação. Como destacado por Drejer (1999), a simples introdução de variáveis como gastos em P&D ou matrizes de patentes não implica, por si só, na determinação endógena da tecnologia. Para que essa abordagem seja consistente, é necessário estabelecer um mecanismo explícito que conecte os investimentos em inovação às mudanças nos coeficientes técnicos, garantindo a coerência estrutural do modelo.

¹² A representação algébrica do modelo aplicado no trabalho será detalhada no Capítulo 3.

Na Análise de Redes, as técnicas principais são a representação gráfica e a matricial.¹³ A representação gráfica mostra a estrutura da rede, mas pode ser complicada caso seja necessário a demonstração de muitos nós. A representação matricial, menos visual, é mais adequada para análise de redes complexas de grande escala usando álgebra linear. A abordagem de insumo-produto e a metodologia derivada da análise de redes são úteis para comparar diferentes sistemas produtivos (Schnabl, 1994; Leoncini, 1996).

Por fim, com relação ao objeto de estudo dessa tese, o trabalho de Momigliano e Siniscalco (1982) foi o primeiro a analisar a mudança estrutural do emprego no setor de serviços com base na aplicação de setores verticalmente integrados de Pasinetti (1981). Desde então, a análise da crescente interdependência dos serviços com os manufaturados e o deslocamento da produção e do emprego para os serviços, tornou-se tópico relevante na literatura econômica de mudança estrutural e tecnológica (Montessor; Marzetti, 2010). Em vista disso, a próxima seção explora as contribuições teóricas acerca do papel dos serviços na estrutura produtiva.

2.3. Serviços e estrutura produtiva: abordagens da inovação e taxonomia tecnológica

A relação entre as atividades de serviços e a economia foi negligenciada por muito tempo, como o ‘lado negro da economia’, diante de uma teoria econômica que tinha suas raízes analíticas na agricultura e na manufatura. Nesse contexto, os serviços eram relegados a ‘terceiro setor’, ‘setor residual’ ou ‘aquilo que não é nem agricultura nem manufatura’, isto é, os serviços eram considerados ‘periféricos’, enquanto os bens eram as ‘forças motrizes’ da economia (Gallouj, 2002).

Além das circunstâncias históricas, os serviços continuaram a ser subestimados nas análises econômicas por diferentes fatores: a) dificuldades em definir e classificar o setor de serviços, devido sua alta heterogeneidade; b) escassez e problemas de mensuração estatística, diante da imaterialidade intrínseca dos serviços; c) ausência de uma teoria abrangente e estrutura conceitual definida; d) análise ‘mecanicista’ da produção das teorias consolidadas; e) concepção insuficiente do papel dos serviços no processo de desenvolvimento e crescimento das economias modernas (Gallouj, 2002).

Conforme Gallouj e Savona (2009), as teorias *mainstream* não são suficientes para compreender o papel dos serviços na estrutura produtiva, pois há o problema analítico na definição de produção de serviços que contribui substancialmente para o viés persistente em

¹³ Na seção metodológica do Capítulo 5 são apresentados maiores detalhes sobre a teoria de redes aplicada a análise insumo-produto.

termos de avaliação da produtividade.¹⁴ Por conseguinte, surgem na literatura colaborações que buscaram vislumbrar as atividades de serviços no contexto das inovações tecnológicas, estruturadas em três abordagens principais: assimilação, demarcação e síntese.

2.3.1. *As abordagens de inovação em serviços: assimilação, demarcação e síntese*

Os trabalhos da abordagem de assimilação foram os pioneiros da pesquisa sobre inovações em serviços, os quais apoiaram-se no arcabouço teórico de natureza tecnológica utilizado para a análise dos manufaturados. De forma crítica, a abordagem de demarcação preocupa-se em analisar as especificidades dos serviços e concentra a análise em inovações não-tecnológicas. Já a abordagem de síntese emerge com base na necessidade de integrar as duas análises pioneiras, ao reconhecer o caráter interdependente das inovações entre bens e serviços (Coombs; Miles, 2000; Gallouj, 1994).¹⁵

A abordagem de assimilação apresenta duas características marcantes, primeiro ela considera que a inovação em serviços pode ser analisada e descrita por meio de conceitos e métodos realizados para os bens manufaturados, ao supor que “a maioria dos atributos econômicos dos serviços são fundamentalmente semelhantes aos dos setores manufatureiros” (Miles, 2007, p. 262). Segundo, identifica a inovação em serviços meramente pela utilização e o emprego de tecnologias, ou seja, “a inovação em serviços é muitas vezes impulsionada principalmente pela adoção de tecnologias e equipamentos de capital, sendo as inovações não tecnológicas marginais” (Gallouj; Savona, 2009, p. 156).

O trabalho seminal de Barras (1986) se enquadra nessa perspectiva. Ao desenvolver o ciclo de vida reverso do produto, o autor argumenta que as Tecnologias da informação e comunicação (TIC) representam a ‘tecnologia capacitadora’ adotada e determinante para as atividades inovativas de serviços. Em abordagem mais atual, Cusumano, Kahl e Suarez (2015) desenvolvem uma concepção teórica a qual identifica as inovações em serviços como consequência de estímulos do mercado para complementar ou substituir produtos manufaturados.

Na concepção dessas duas análises, o desenvolvimento de novos serviços é caracterizado por um processo de busca de empresas manufatureiras por novidades que intensifiquem a interação com o cliente ou empresas de serviços que produzem inovações de

¹⁴ Para aprofundamento na literatura relacionada à análise das diferenças da produtividade entre os segmentos produtivos, ver Fisher (1939), Clark (1940), Baumol (1967), Fuchs (1968), Bacon e Eltis (1978) e Reubens (1981).

¹⁵ Para facilitar comparações acerca das diferentes interpretações acerca das inovações em serviços, foi disponibilizado no Quadro B (apêndice) o resumo dos principais fundamentos teóricos das três abordagens.

processo e produto por meio da adoção de TICs. Portanto, a abordagem de assimilação caracteriza-se por seu foco na adoção ou influência de novas tecnologias criadas por segmentos industriais e, desse modo, exógenas do ponto de vista das inovações em serviços.

Apesar de lançarem luz sobre as possíveis trajetórias tecnológicas das inovações em serviços, a abordagem assimilacionista demonstra limitações em esclarecer o que há de singular na inovação de serviços. Nesse sentido, segundo Sundbo e Gallouj (1998), a abordagem de demarcação surgiu diante da insatisfação à demasiada atenção aos aspectos tecnológicos e atributos de subordinação da abordagem de assimilação. Consequentemente, a literatura passou a concentrar-se na identificação das especificidades das inovações das atividades de serviços.

Com base no princípio da abordagem ‘orientada aos serviços’, as características intrínsecas aos serviços, como intangibilidade e interatividade, conferem singularidade às tipificações das inovações dos serviços. Estes estudos se afastam de qualquer tentativa de comparar a inovação em serviços com a inovação dos manufaturados e superam a visão de que as atividades de serviços são consideradas apenas devido a simples adoção de novas tecnologias (Gallouj; Savona, 2009, p. 156)

A inovação em serviços possui uma característica distintiva das outras atividades: forte interação entre o produtor e o consumidor no processo produtivo, sendo a intensa relação com o cliente um dos elementos singulares da inovação em serviços. Essa natureza de coprodução, indispensável para a inovação, tornam ainda mais importantes as interações humanas e exigem maior consideração sobre os aspectos profissionais e organizacionais para a competitividade da firma. Esses atributos justificam-se devido ao alto conteúdo de elementos intangíveis e tácitos associados, por meio da transmissão de conhecimento e habilidades, e não pela simples aquisição de máquinas e equipamentos (Rubalcaba, 2006).

Assim, as estratégias de busca da inovação nos serviços são mais diversas e complexas, o que confere menor relevância aos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e à aquisição de Máquinas e equipamentos (M&E). Adicionalmente, a natureza intangível dos serviços resulta em inovações menos perceptíveis e em regimes de apropriação menos mensuráveis, tornando-se imperativa uma redefinição do conceito de P&D, uma vez que essa dimensão das atividades de pesquisa e desenvolvimento no setor de serviços é frequentemente subestimada (Djellal et al., 2003).

A título de exemplo, Gadrey e Gallouj (1998), por meio de uma análise centrada nos serviços de consultoria, introduziram o conceito de "inovação *ad hoc*", que se refere à geração

de soluções originais para problemas específicos enfrentados pelos clientes, com base no conhecimento disponível e na experiência acumulada. Através da busca por soluções inovadoras em contextos particulares, a inovação nos serviços pode ser formalizada, codificada e reproduzida. A posteriori, possibilita o surgimento de novas áreas de especialização, bem como a criação de atividades emergentes e a difusão de soluções técnicas inovadoras.

Portanto, a abordagem demarcacionista concentra-se na identificação de inovações específicas e não-tradicionais dos serviços com base na análise isolada de setores específicos.¹⁶ Essa tendência em ressaltar as peculiaridades de certos setores individuais sem enfatizar a relevância para outras atividades econômicas foi extremamente criticada. Segundo Gallouj (1997), a abordagem de serviços estritamente demarcados isola estas atividades em relação ao paradigma tecnológico.

Analisar as atividades de maneira isolada levou os estudos de demarcação a empreender uma análise fundamentada em uma seleção criteriosa das características estáticas e das propriedades físicas (ou sua ausência) relacionadas aos serviços (Miles, 2005). Além disso, essa abordagem minimizou a interdependência entre os serviços e os produtos manufaturados, embora evidências empíricas apontem para progressivas complementaridades entre essas duas atividades no contexto das evoluções tecnológicas (Howells, 2004).

Por consequência, ao destacar as limitações das abordagens assimilacionista e demarcacionista, a abordagem de síntese advoga pela necessidade de compreender os efeitos recíprocos e simbióticos na transformação da estrutura geral, ou seja, a inovação em serviços está intrinsecamente relacionada à dinâmica da inovação como um todo. Em vista disso, considerando que as fronteiras entre atividades de manufatura e serviços estão se tornando cada vez mais difusas, as inovações em serviços são analisadas como parte essencial dos processos de mudança em produtos individuais, assim como na transformação de indústrias inteiras, cadeias de valor, *clusters* e paradigmas econômicos (Rubalcaba, 2006).

Nesses termos, a inovação em serviços seria uma expressão inócua caso o fenômeno não seja considerado como uma característica indissociável à inovação de modo integral. Caso o estudo tenha como objetivo analisar as mudanças nas estruturas produtivas, a compreensão das inter-relações (e os processos associados) entre serviços e os demais setores econômicos

¹⁶ A título de exemplo, para além de serviços de consultoria, outros trabalhos analisaram a inovação baseada em interações para segmentos específicos: serviços de telecomunicações Agarwal; Selen (2009), setor hoteleiro (Hertog; Gallouj; Segers, 2011), serviços intensivos em conhecimento (Jian; Wang, 2013)

devem estar relacionados a questões mais amplas da dinâmica industrial, além de compreender qual o arranjo essas relações devem ter nas políticas industriais.¹⁷

Dessa forma, a análise das inovações em serviços, utilizando a abordagem integracionista (síntese) fundamentada na tradição evolucionária, oferece a oportunidade de examinar como as atividades de serviços e suas inovações impactam a dinâmica da inovação em outros setores. Essa perspectiva abarca processos de busca e seleção, difusão tecnológica e interações dos sistemas de rede de produção, conforme destacado por Drejer (2004).

A abordagem integracionista pode ser resumida em três princípios para compreender a inovação em serviços: i) uma abordagem que consiga avaliar os fundamentos das interações econômicas de toda a estrutura produtiva; ii) a partir de fundamentos econômicos evolucionários, analisar a inovação em serviços como parte integrante, ativa e indispensável ao paradigma tecno-econômico; iii) não ignorar as especificidades dos serviços, com base em uma análise orientada da demarcação em sentido à síntese (Janssen, 2015).

Nesse sentido, em artigo seminal, Gallouj e Weinstein (1997) propõem uma formalização que permite, simultaneamente, superar o viés tecnológico das teorias de inovação da abordagem de assimilação, especificar as particularidades dos setores destacadas pela abordagem de demarcação e fornecer uma estrutura conceitual geral. Resumidamente, considerando que existem inúmeras combinações com diferentes características, competências e interações incorporadas em bens e serviços finais, as inovações são formadas por um conjunto de vetores: a) características finais (Y), sendo que cada Y_i indica o 'nível' de uma característica; b) essas características finais são obtidas por uma determinada combinação de característica técnica (X); c) cada característica técnica mobiliza as competências (C), que são derivadas de várias fontes (e.g. formação técnica, experiência) e dividida em competências relacionadas ao produtor (C_k) e competências relativas aos clientes (C''_k).

Com base na representação de características e competências (ilustrada no Apêndice pela Figura A), os autores definem a inovação como “qualquer mudança que afete um ou mais termos de um ou mais vetores”, das quais podem ser provocadas por diversos mecanismos intencionais ou não: “evolução ou variação, desaparecimento ou aparecimento, associação ou

¹⁷ Cabe salientar, conforme destaca Rubalcaba (2006, p. 747), não se deve confundir a necessidade de uma visão mais ampla e geral dos processos de inovação com as chamadas políticas horizontais aplicáveis a todos os setores. Pelo contrário, “existem muitas políticas que pretendem ser horizontais (para serem inicialmente úteis para todos os setores), mas excluem os setores de serviços (mesmo que esses setores sejam maioria na economia)”.

dissociação (...), produto da atividade de P&D, design e inovação, ou (...) fruto de mecanismos naturais de aprendizagem” (Gallouj; Weinstein, 1997, p. 547).

A adoção representada por esse modelo, além de dar maior atenção às interações entre os agentes, permite identificar diferentes modos de inovação, como resultado da dinâmica de suas características e competências. Nessa perspectiva, a inovação pode ser visualizada não como um resultado, mas como um processo e, no lugar de identificar ‘tipos’ de inovação, esta formalização permite caracterizar os seguintes ‘modos’ de inovação de produtos e serviços, conforme Gallouj e Weinstein (1997):

- a) **Inovação Radical:** ocorre quando se realiza a criação de um produto totalmente novo, ou seja, um novo conjunto de características não relacionadas com as de um produto antigo. Todo o sistema $\{[C''], [C], [X], [Y]\}$ passa por uma transformação ou um novo sistema $\{[C^*], [C''^*], [X^*], [Y^*]\}$ é criado; as características finais e técnicas do novo produto, $[X^*]$ e $[Y^*]$, não têm elementos em comum com as características do produto antigo $\{[X], [Y]\}$; enquanto o vetor de competências $[C^*]$ contém novos elementos que não existiam nos conjuntos $[C]$ associados aos produtos antigos, as competências $[C'']$ do cliente também se renovam. Um exemplo seria a criação dos ‘*streamings* de vídeo’, as características dos serviços são diferentes: já não se trata da mesma maneira o modo de criar, produzir e divulgar filmes; a forma de assistir não é realizada por meio do mesmo produto físico; e evidentemente, as competências dos produtores e consumidores também foram modificadas.
- b) **Inovação por Aperfeiçoamento:** esse tipo de inovação consiste em aprimorar ou dar mais ênfase a determinadas características, melhorando a qualidade do produto ou processo, sem alterar sua característica fundamental ou a estrutura do sistema. Esse processo ocorre por meio de melhorias nas características técnicas $[X]$ ou nos elementos dos vetores de competência $[C]$ ou $[C'']$. Isto é, uma forma de inovação resultante dos efeitos de aprendizagem, ou seja, “reforçadora de competências”, que não pode ser negligenciada devido à sua natureza cumulativa e frequentemente imperceptível. Citando o mesmo exemplo, seria a inovação na resolução de imagens Ultra-HD (4K) disponibilizadas em serviços de *streaming*.
- c) **Inovação Incremental:** ocorre quando uma nova característica é adicionada, eliminada ou substituída, sem alterar a estrutura geral do sistema. O sistema é alterado marginalmente, envolvendo a mudança de certas características finais (aumentando Y_i)

ou a redução dos custos de produção, adicionando ou modificando certas características técnicas X_j , seja por meio da mobilização direta de certas competências $\{[C], [C']\}$ ou não. Os autores apontam possíveis dificuldades para distinguir a inovação por aperfeiçoamento e a inovação incremental, mas sugerem que a padronização de diversos aperfeiçoamentos com uma nova especificação clara pode resultar em uma inovação incremental. Um exemplo seria a adição de um pacote de serviço de suporte, antes inexistente, para clientes de um *software*.

- d) Inovação *Ad Hoc*: refere-se a uma nova solução para um problema específico, resultado de uma construção coletiva com forte ênfase na aprendizagem interativa. A interação entre produtor e cliente permite a articulação da memória organizacional e processos cumulativos de aprendizagem, resultando no desenvolvimento de novas competências transferíveis ao usuário e eventualmente reproduzíveis. As características finais do serviço $[Y_i]$, principalmente imateriais, representam uma solução original de natureza organizacional, estratégica, legal, fiscal social ou humana em resposta a um problema (parcialmente) novo. Além disso, a inovação *ad hoc* implica uma mudança significativa no vetor de competências do produtor $[C]$ e depende profundamente do aperfeiçoamento das competências dos clientes $[C']$. Esse processo pode desencadear a codificação do conhecimento por meio da produção de rotinas formalizadas para permitir sua reprodutibilidade.
- e) Inovação por Formalização: em contraste com os modos de inovação descritos anteriormente, baseados na transformação qualitativa ou quantitativa de características ou competências técnicas, a inovação por formalização envolve a formatação ou padronização de um conjunto de características $[X]$. Consiste em organizar as características do serviço, tornando-as menos abstratas, mais concretas e com estrutura definida. Esse processo, considerado uma trajetória natural na evolução de diversos serviços, é realizado por meio da definição de funções gerais, que podem gerar inovações futuras por meio de recombinações. Exemplos incluem a criação de protocolos, manuais ou a padronização de procedimentos e soluções *ad hoc*.
- f) Inovação por Recombinação: é um modo frequente de inovação em serviços, como também na microeletrônica e biotecnologia, a recombinação explora possibilidades de novas combinações de características técnicas $[X]$ e finais $[Y]$, dada uma trajetória tecnológica estabelecida. Esse método é frequentemente usado para inovar através da reutilização sistemática de elementos ou componentes específicos, criando um novo

produto autônomo. Um exemplo atual, na área da biotecnologia, seria o desenvolvimento de vacinas para combater o vírus do Sars-Covid-2 (COVID 19). Outro bom exemplo, no âmbito dos serviços, é o desenvolvimento de recombinações de módulos de sistemas ERP (*Enterprise Resource Management*) para o Planejamento de Recursos Empresariais.

Esses diferentes processos inovativos possuem uma relação direta, uma vez que a transformação de um vetor de características e/ou competências possibilita a sucessão dinâmica entre diferentes modos de inovação. Nesse contexto, essa abordagem integrativa sustenta a perspectiva evolucionária ao contrapor a concepção unidirecional da inovação, revelando os processos e fluxos que levam ao resultado de uma inovação.

Portanto, a abordagem de síntese oferece uma perspectiva da inovação unificada e multidimensional. As análises englobam formas tecnológicas e não tecnológicas de inovação, contemplando transformações físicas e não físicas. Além disso, pode ser estendido para processos dinâmicos pelo qual os sistemas de inovação se desenvolvem e como se estendem por meio da inter-relação entre atividades de serviços e manufaturados.

2.3.2. *Taxonomias das abordagens de inovação em serviços*

Nas ciências econômicas, as taxonomias são realizadas para agrupar atividades e identificar padrões setoriais com base em diferentes critérios, sejam eles físicos, produtivos ou tecnológicos. Dessa maneira, faz-se importante identificar as diversas interpretações acerca das características dos serviços, classificar qual grupo setorial pertence os segmentos e verificar similaridades e diferenças de cada atividade econômica.

A taxonomia seminal desenvolvida por Pavitt (1984) descreveu padrões setoriais de mudança tecnológica, com base nos setores fornecedores (origem) e usuários (destino) de tecnologias e nas possibilidades de apropriação, para explicar as direções da mudança tecnológica, o tipo de inovação dos setores e o tamanho das firmas inovadoras. No entanto, a taxonomia de Pavitt (1984) agrega todas as atividades de serviços à uma categoria com poucas capacitações tecnológicas (setores dominados pelos fornecedores), ou seja, não reconhece o papel crescente dos setores de serviços intensivos em conhecimento para o desenvolvimento tecnológico.

Por conseguinte, encontra-se em Soete e Miozzo (1989, apud Miozzo; Soete, 2001) o primeiro esforço taxonômico em perspectiva tecnológica considerando a inovação em serviços.

Primeiramente, mantém grande parte dos setores de serviços na categoria dominada por fornecedores, especialmente serviços pessoais e sociais. Posteriormente realoca atividades de serviços da categoria de empresas dominadas por fornecedores para três subgrupos: redes físicas intensivas em escala, redes de informações e serviços empresariais especializados.

O primeiro, formado por serviços de transporte, comércio e distribuição, está ligado a adoção de TICs com o objetivo de aprimorar a divisão de trabalho, simplificar tarefas e substituir mão de obra por máquinas. O segundo subgrupo, compreendido por atividades financeiras, de comunicação e de seguros, são intensamente dependentes de redes de informação, são compostos por grandes empresas e não são simples adotantes de tecnologia desenvolvida. Visto que “possuem capacidade de identificar desequilíbrios técnicos e gargalos que, uma vez corrigidos, possibilitam melhorias na produtividade” (Miozzo; Soete, 2001, p. 162).

Por fim, segundo os autores, os setores fornecedores especializados e baseados em ciência da taxonomia de Pavitt não se restringem mais apenas à setores manufatureiros, pois nas duas últimas décadas do séc. XX surgiram quantidade crescente de “serviços empresariais intimamente ligados a P&D, softwares e ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias da informação” (Miozzo; Soete, 2001, p. 162). Estes serviços intensivos em tecnologia possuem fontes de inovação desenvolvidas pelas empresas do próprio setor e apresentam grande interação com clientes e fornecedores.

Apesar de gerar *insights* relevantes sobre a importância da interdependência entre a produção de bens e serviços, da ampliação da especialização e oportunidade tecnológica e o aumento da intensidade de conhecimento nos serviços, os autores concluem que a mudança estrutural se deve especialmente a “influência generalizada da tecnologia da informação nos serviços” (p. 163). Desse modo, ao tornar como fonte central da mudança tecnológica dos serviços à adoção das TICs, a taxonomia de Soete e Miozzo pode ser vinculada a teoria assimilacionista da inovação em serviços.

Nesse contexto, autores da abordagem demarcacionista procuraram desenvolver taxonomias que considerem para além das trajetórias tecnológicas, isto é, trajetórias profissionais, gerenciais e institucionais, centrados principalmente nas diferentes formas de organização interna e nas interações entre os agentes econômicos. Porém, ao considerar tamanha heterogeneidade e variedade de relações entre trajetórias e atores, essa abordagem busca possíveis padrões organizacionais de inovação.

Sundbo e Gallouj (2000) identificam sete padrões de inovação: i) padrão clássico de P&D, baseia-se na busca por trajetórias tecnológicas; ii) padrão clássico neoindustrial, baseado na trajetória tecnológica e profissional, com a gestão e o departamento de P&D desempenhando papéis complementares e maior orientação para o cliente; iii) padrão profissional, onde as competências profissionais impulsionam a inovação, com o cliente desempenhando um papel ativo; iv) padrão de inovação estratégica organizada, busca racionalizar a inovação em serviços, combinando diferentes atores internos e externos, desde inovações *ad hoc* até a criação de novos serviços e campos de atuação v) padrão empreendedor, se baseia na criação de empresas de serviços com inovações radicais, focando em oportunidades empreendedoras; vi) padrão de redes, caracterizado pela formação de uma rede de empresas de serviços que se dedicam à um projeto de inovação amplo.

Os padrões organizacionais 1 e 2 são comumente formados por empresas de grande porte especializadas na produção de serviços-produto. O terceiro padrão geralmente é constituído por empresas de médio porte dedicadas a serviços intensivos em conhecimento, que focam na produção de competências e habilidades para resolver problemas específicos. Estas empresas apresentam tendência de se mover para o quarto padrão, de inovação estratégica organizada, formalizando e recombinao inovações para diferentes áreas de especialização. Os padrões cinco e seis são formados por pequenas empresas que buscam institucionalizar redes de cooperação para a inovação (Sundbo, 2009).

Apesar da taxonomia fundamentada pela abordagem de demarcação da inovação em serviços apresentar uma série de aspectos específicos que caracterizam os determinantes (tecnológicos, profissionais, organizacionais e institucionais) para a inovação em serviços, essa abordagem tem a limitação de não conseguir integrar os *insights* gerados para fornecer uma visão abrangente das características gerais que a inovação assume. Por outro lado, a taxonomia assimilacionista agrupa serviços mais sofisticados em categorias como fornecedores especializados, baseados em ciência e intensivos em escala, referentes a manufatura. Essa abordagem não leva em consideração a considerável heterogeneidade que existe dentro de cada bloco setorial.

Motivado pela necessidade de uma visão mais integrada que combine manufaturados e serviços dentro da mesma estrutura geral, visando compreender relações entre essas partes interdependentes da economia, Castellacci (2008) desenvolve uma nova taxonomia associada aos fundamentos da abordagem de síntese das inovações em serviços. Com base nas concepções evolucionárias de paradigma tecnológico, trajetórias tecnológicas e a análise setorial da

inovação, o autor descreve as inter-relações setoriais como fator fundamental na análise taxonômica.

“A natureza sistêmica do processo inovativo, de fato, chama a atenção para as interações, cooperações e trocas envolvendo produtores, fornecedores e usuários de novas tecnologias. Essas trocas intersetoriais, o conjunto de relações insumo-produto em termos de conhecimento avançado (...) constituem um fator crucial para aumentar a competitividade de todo o sistema nacional” (Castellacci, 2008, p 980).

A taxonomia é dividida em quatro grandes grupos e posteriormente dividido em dois subgrupos distintos com base no conteúdo tecnológico que os caracterizam: a) Provedores de Conhecimento Avançado, divididos em Serviços Intensivos em Conhecimento e Manufaturados Fornecedores Especializados; b) Bens de Produção em Massa, contendo Manufaturados Intensivos em Escala e Baseados em Ciência; c) Serviços de Infraestrutura, segmentados em Infraestrutura Física e de Redes; d) por fim, Bens e serviços pessoais.¹⁸

A taxonomia apresenta as principais atividades relativas aos 8 subgrupos, qual a função destes no paradigma tecnológico Fordista e das TICs, como também descreve os regimes tecnológicos – em termos do nível de oportunidade e meios de apropriação tecnológica, fontes externas de inovação e tamanhos mais comuns das firmas – e as trajetórias tecnológicas – em termos do tipo dominante de inovação realizada (processo, produto, organizacional) e as estratégias tipicamente adotadas no processo inovativo (P&D, aquisição de máquinas, software e outros conhecimentos externos, formação e atividades de cooperação).

Ao focar nos regimes e trajetórias tecnológicas, a taxonomia do Castellacci (2008) enfatiza as ligações setoriais e as trocas de conhecimento que as empresas dos diferentes setores realizam com seus fornecedores e clientes de novas tecnologias. Desse modo, a taxonomia combina manufatura e serviços dentro da mesma estrutura e explora a função que cada subgrupo representa na estrutura produtiva. Ao isolar os Bens e serviços pessoais (dominados pelo fornecedor), devido à baixa integração dessas atividades no interior do sistema produtivo e capacidade limitada de inovação, o autor evidencia dois grandes *clusters* de diferentes paradigmas tecnológicos.

¹⁸ O resumo da caracterização tecnológica dos subgrupos de manufaturados e serviços pode ser observado no Quadro C apresentado no Apêndice.

Primeiro, chama atenção para as atividades com elevadas oportunidades sob o paradigma fordista: manufaturas de fornecimento especializado (e.g. máquinas e equipamentos, instrumentos de precisão) como setores motrizes; manufaturados intensivos em escala (e.g. automóveis) como setores transmissores; e serviços de infraestrutura física (e.g. transportes). As interações destes setores evidenciaram a dinâmica dos sistemas de inovação na era fordista, porém algumas atividades dos setores de manufaturados fornecedores especializados e intensivos em escala ainda apresentam regimes e trajetórias tecnológicas dinâmicas (Castellacci, 2008).

Posteriormente, o autor evidencia um cluster de indústrias “cuja base de conhecimento e atividades inovadoras estão próximas do conjunto emergente de tecnologias de uso geral baseadas nas TICs: [...] os [sub]grupos de serviços intensivos em conhecimento, indústrias baseadas na ciência e serviços de infraestrutura de redes” (p. 990). Estas atividades estão em melhor posição para explorar as vantagens das novas tecnologias e, consequentemente, apresenta maior potencial de crescimento (Castellacci, 2008).

Com relação ao regime tecnológico dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC), os resultados apontam taxas de inovação, nível de oportunidade e condições de cumulatividade mais elevada do que as manufaturas tecnológicas (fornecedores especializados e baseados em ciência). Além disso, apresenta menor dependência de patentes e design como mecanismo de apropriabilidade e conexão mais próxima com universidades e clientes (Castellacci, 2008).

A respeito das trajetórias tecnológicas dos SIC em relação as manufaturas de fornecedores especializados, os resultados apontam taxas superiores em: inovação organizacional, investimento em P&D, aquisição de conhecimento externo, atividades de treinamento e cooperação para inovação. Nesse cenário, o autor justifica a superioridade dos SIC em relação aos manufaturados avançados.

“As atividades inovadoras em serviços empresariais intensivos em conhecimento estão mais próximas do núcleo tecnológico do paradigma baseado em TIC do que o grupo correspondente de setores de manufatura de fornecedores especializados, e este é um fator importante que explica seus diferentes regimes e trajetórias” (Castellacci, 2008, p. 988).

Devido sua maior proximidade ao núcleo tecnológico do paradigma baseado em TIC, tornando seu regime e sua trajetória tecnológica virtuosos, essas atividades experimentam níveis superiores de oportunidades, maiores condições de cumulatividade e elevada capacidade

de difusão tecnológica dado seu relacionamento próximo com os fornecedores e usuários (Castellacci, 2008). Em virtude dessas evidências, a próxima seção concentra-se em compreender as especificidades dos Serviços Intensivos em Conhecimento, assim como os fenômenos associados a crescente interdependência dessas atividades com a estrutura produtiva.

2.4. Serviços Intensivos em Conhecimento: características e fatos estilizados

Ainda em um período incipiente do acúmulo de capacidades tecnológicas em determinadas atividades de serviços, Miles et al. (1995) buscaram qualificar o setor de serviços e identificar atividades com capacidades tecnológicas. Ou seja, muitos serviços não são meros consumidores de tecnologia; alguns segmentos desenvolvem, fornecem e disseminam processos inovativos entre os agentes econômicos.

Ao alcançar esse prognóstico, Miles et al. (1995) introduziram o termo *Knowledge Intensive Business Services* (doravante Serviços Intensivos em Conhecimento) para se referir a atividades, empresas e setores de serviços que se caracterizam pela criação, utilização e difusão de conhecimento e inovação. Adicionalmente, os pesquisadores investigam aspectos adicionais para caracterizar os Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) com o objetivo de identificar trajetórias tecnológicas específicas nesse conjunto de serviços. Além disso, buscam compreender a dinâmica inovadora e a relevância econômica desse grupo de serviços.

As empresas de SIC são fortemente orientadas a prestação de serviços a outras empresas e organizações, possuem níveis elevados de mão de obra qualificada e dependem fortemente de conhecimento tácito dos seus trabalhadores. Os conhecimentos tácitos além de serem adquiridos por meio de processos rotineiros internos baseadas no *learning-by-searching* e *learning-by-doing*, são regularmente respaldados pelo desenvolvimento de aprendizagem cumulativa com base na interação com o ambiente externo, ou seja, no *learning-by-using* e *learning-by-interacting* (Miles et al., 1995).

Sinteticamente, Miles et al. (1995) consideram quatro características para definir os Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC): i) são fortemente baseados no conhecimento especializado e possuem estruturas de emprego amplamente voltadas para cientistas, engenheiros, especialistas e outros serviços técnicos profissionais e tecnológicos; ii) fornecem produtos e serviços que são sobretudo fontes de informação e conhecimento para seus clientes; iii) frequentemente tendem a ser relacionadas aos negócios e possuem forte ligação entre

fornecedor e usuário; iv) são serviços produzidos principalmente para outros setores, isto é, possuem essencialmente demanda intermediária em relação a demanda total.

Miles et al. (1995) afirmam a necessidade de caracterizar e exemplificar dois tipos básicos de SIC, conforme apresentado no Quadro 2.1: i) SIC Profissionais (P-SIC): serviços tradicionais cujo propósito é transmitir informação e conhecimento para os usuários capazes de defrontar e solucionar questões técnicas, ou seja, especializados em sistemas administrativos, jurídicos, matemáticos, assuntos sociais, técnicos e habilidades intelectuais. ii) SIC Baseados em tecnologia (T-SIC): base de conhecimento para tecnologias gerais emergentes, intrínsecos ao processo de criação e difusão de inovações da fronteira tecnológica, ou seja, programadores, engenheiros, designers e outros profissionais ligados ao desenvolvimento de ciências e tecnologia disruptiva.

Quadro 2.1 - Tipos e principais atividades dos Serviços Intensivos em Conhecimento

Profissionais Tradicionais	Baseados em Tecnologia
▪ <i>Marketing</i> e Propaganda ▪ Treinamento (não tecnológico) ▪ <i>Design</i> (não tecnológico) ▪ Serviços de escritório (relacionadas a gestão) ▪ Serviços de engenharia e arquitetura ▪ Consultoria de gestão (não tecnológico) ▪ Serviços contábeis e jurídicos ▪ Serviços ambientais	▪ Redes de computadores (base de dados) ▪ Serviços de <i>Softwares</i> ▪ Treinamento (em novas tecnologias) ▪ <i>Design</i> (envolvendo novas tecnologias) ▪ Engenharias tecnológicas ▪ Consultoria (envolvendo novas tecnologias) ▪ Pesquisa e desenvolvimento ▪ Serviços científicos e técnicos

Fonte: Adaptado de Miles et al. (1995)

Por conseguinte, a presente seção tem o objetivo de elucidar sobre as características dos serviços intensivos em conhecimento nas perspectivas micro e macroeconômicas, com base na literatura dedicada a analisar os diversos e diferentes aspectos dos SIC iniciada pelas contribuições seminais de Miles et al. (1995). Além disso, a seção procura também realizar uma análise integrativa dos SIC com as mudanças da estrutura produtiva, por meio da análise de fenômenos organizacionais, institucionais e tecnológicos que ditam a dinâmica econômica desde o protagonismo do paradigma atual das TICs.

2.4.1. Caracterização da Inovação em Serviços Intensivos em Conhecimento

A literatura econômica avançou em direção a vários aspectos das atividades de serviços intensivos em conhecimento, tanto no nível microeconômico quanto no macroeconômico.

Diferentes autores buscaram caracterizar as principais fases, temáticas e campos de pesquisa para melhor compreender os SIC (Muller; Doloreux, 2009; Zięba, 2013). Seguindo os autores, a presente seção divide a literatura dedicada aos SIC em dois grandes campos de pesquisas.

O primeiro, em nível microeconômico, avança nas primeiras concepções teóricas sobre as fontes de conhecimento das atividades dessas empresas, bem como os processos de transferência de conhecimento entre os SIC e seus clientes. O segundo, em nível macroeconômico, busca identificar evidências sobre as atividades inovadoras dos SIC e suas interações com o meio ambiente econômico. Apesar do presente trabalho concentrar sua contribuição no segundo campo econômico, faz-se importante abordar brevemente os principais fundamentos microeconômicos atribuídos às atividades SIC.

Em primeiro lugar, o conhecimento como recurso chave das empresas SIC são primariamente ligadas ao conhecimento de seus funcionários. Assim sendo, o capital humano qualificado representa um dos principais ativos estratégicos dos serviços intensivos em conhecimento (Koch; Strotmann, 2006). Não obstante, a literatura também enfatiza a importância da interação com o cliente no desenvolvimento da base de conhecimento das empresas SIC, a partir da compreensão dos problemas dos clientes e das soluções criadas (Hertog, 2000).

A proximidade com o cliente, ao oferecer serviços personalizados e sob encomenda para atender às necessidades específicas, levou à identificação – considerada prematura - das empresas SIC como aquelas que realizam atividades não-rotineiras (Corrocher; Cusmano; Morrison, 2009; Muller; Doloreux, 2009). No entanto, a dificuldade em padronizar os serviços gera oportunidades no sentido oposto, isto é, empresas utilizam a intensa cooperação com o cliente como recurso para criarem serviços padronizados adaptados às necessidades individuais dos clientes (Consoli; Elche-Hortelano, 2010).

Nesse contexto, Consoli e Elche-Hortelano (2010) argumentam que existem atividades que são mais propensas à padronização por serem capazes de criar um espectro de opções disponíveis conhecidos antecipadamente com certo grau de precisão (e.g. serviços técnicos e de engenharia), tornando a reprodução das rotinas existentes suficiente para formular soluções adequadas para problemas específicos. Por outro lado, outros tipos de SIC são menos propensos à padronização, principalmente aqueles em que a resolução de problemas depende intimamente de informações específicas e são mais difíceis de combinar repertórios pré-existentes (e.g. serviços jurídicos e *marketing*) (Consoli; Elche-Hortelano, 2010).

A literatura avançou para a formalização de um terceiro atributo inerente à evolução dos serviços sofisticados: a possibilidade de modularização. Como uma combinação entre customização e padronização, conforme Cabifiosu et al. (2015), a modularidade prevê a possibilidade de divisão de componentes dos serviços que podem ser livremente combinados entre si. Diante do aumento da complexidade dos serviços e das especificidades de *design*, a modularização oferece soluções flexíveis que ajudam os clientes a co-criar valor único de um serviço por meio de padrões de uso de múltiplos esquemas de serviço, além de permitir que os fornecedores explorem sua base de conhecimento nos relacionamentos com os clientes.

Essas formulações levaram autores a compreenderem os fatores relacionados a coprodução dos SIC, ou seja, o grau em que o cliente está envolvido na produção e entrega do serviço e os fatores importantes para sua efetivação.¹⁹ O nível de coprodução depende da capacidade de formular o problema do cliente, além de comunicação aberta, solução conjunta e comprometimento entre produtor e cliente (Bettencourt et al., 2002). Segundo Lehrer et al. (2012), enquanto as empresas T-SIC apresentam nível de coprodução geralmente altos, as empresas de P-SIC demonstram níveis menos significativos no processo de colaboração entre a elaboração do projeto e o serviço final.

Por fim, a intensidade em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) representa outra característica distintiva dos SIC. No caso dos serviços mais dinâmicos, os SIC podem apresentar investimentos em TIC superiores ao setor manufatureiro. As tecnologias digitais geram enormes oportunidades para as empresas SIC pois aumenta a demanda por competências especializadas, reforça a capacidade de codificar o conhecimento produzido, amplia a efetividade da modularização, e, principalmente, proporciona meios menos custosos e mais ágeis para intensificar a interação com o cliente (Corrocher; Cusmano; Morrison, 2009)

Em síntese, o processo de cooperação com os clientes desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de serviços intensivos em conhecimento, o conhecimento torna-se cada vez mais multidisciplinar e a especialização não se limita a ocupações bem definidas. Além disso, a capacidade em contribuir para a cadeia de valor do cliente é parte essencial do desenvolvimento das empresas SIC. Por fim, os SIC são serviços cujas características estão intimamente relacionadas com as tecnologias digitais.

¹⁹ De acordo com Gallouj e Savona (2009), a coprodução é associada aos serviços intensivos em conhecimento devido ao seu imperativo em disponibilizar recursos empresariais, intelectuais e técnicos, ou seja, não apenas tempo, atenção e habilidade pessoal, como é o caso dos serviços ao consumidor.

Portanto, conforme concluem Lundvall e Borras (1998), os SIC atuam como intermediários entre as bases de conhecimento específicas e muitas vezes implícitas das empresas, desempenhando papel crucial na criação e distribuição de conhecimento tácito e codificado. Ao revisar e adaptar os diversos conhecimentos científicos, técnicos e organizacionais por meio de inovações e colaborações com clientes, as empresas de serviços intensivos em conhecimento desempenham um papel fundamental na disseminação do conhecimento para outros clientes.

Em outras palavras, as atividades de SIC dependem tanto do conhecimento tácito incorporado em seus funcionários, como do conhecimento codificado. A capacidade de absorver conhecimento (*input*) integrada a capacidade de transferência de conhecimento (*output*) é o principal fator que determina a competência inovativa das empresas de serviços intensivos em conhecimento (Consoli; Elche-Hortelano, 2010).

Por outro ângulo, a literatura passou a se concentrar em duas perspectivas amplas para compreender a relação entre SIC e inovação. Em primeiro lugar, a participação dos SIC nos processos de inovação de seus clientes, desempenhando o papel de otimizador e transmissor de inovações. Sob essa perspectiva, as empresas SIC atuam como intermediárias e vetores de inovação (Toivonen, 2006); e auxiliam na transferência de conhecimento existente entre ou dentro de organizações, setores e redes produtivas (Miles, 2007).

Tal coprodução de inovação dos SIC pode ser identificada por meio do apoio a métodos aplicados e técnicos, ou contribuições relacionadas a mudanças organizacionais na área jurídica, de finanças e *marketing*, como também na participação direta na criação do conceito e desenvolvimento da inovação. Por conseguinte, o sucesso da coprodução de inovação está relacionado com a capacidade da empresa em trocar conhecimento com diferentes parceiros externos e o grau de abertura do cliente para fontes externas de informação (Zieba, 2013).

Além disso, os trabalhos focaram principalmente nos impactos sobre a capacidade de inovação de setores manufatureiros. Muller e Zenker (2001), por exemplo, destacam que os SIC geram impactos diretos e indiretos nas atividades de inovação das pequenas e médias empresas manufatureiras. A conexão com os SIC está diretamente associada com maior esforço inovativo e, indiretamente, facilita a absorção de conhecimento de outras fontes externas de inovação.

Determinadas pesquisas identificam principalmente influências indiretas nas atividades manufatureiras, como fontes externas de conhecimento relacionados à adaptação e modificação

de *inputs* tecnológicos (Wiig; Isaksen, 2007). Enquanto outros trabalhos ressaltam que ao utilizar os SIC as empresas aprimoram suas atividades e capacidades inovativas, ou seja, influenciam diretamente as atividades de P&D da indústria (Yam et al., 2011) e as solicitações de patentes apresentadas (Wyszkowska-Kuna, 2017).

Conforme Shearmur e Doloreux (2013) sintetizam, os SIC contribuem para todos os tipos de inovação, porém a intensidade e o prazo desse efeito dependem da variedade combinada entre as diversas atividades SIC associado a diferentes tipos de inovação (e.g. inovação de produto é mais frequente em empresas que utilizam serviço de consultorias combinados com serviços de software). Além disso, os autores destacam que os efeitos indiretos da interação com esses serviços são sentidos ao longo do tempo, por meio de efeitos marginais e isolados dos diferentes serviços intensivos em conhecimento.

Em uma segunda perspectiva, a literatura avança na percepção dos SIC de cocriadores de inovação para atividades que realizam suas próprias inovações. Desse modo, além de facilitar e transmitir inovações, os SIC também desempenham papel fundamental como fonte de desenvolvimento da inovação (Evangelista, 2006). Diversas análises dessa perspectiva foram realizadas para identificar as fontes, estratégias e tipos de inovação das atividades SIC, como também os mecanismos de apropriabilidade e as principais dificuldades para a inovação. Ademais, exploram e comparam padrões de inovação entre atividades SIC e manufactureiras, e entre os diferentes tipos de serviços intensivos em conhecimento.

Por meio da exploração de duas dimensões tecnológicas e quatro não-tecnológicas de inovações em serviço, o trabalho de Amara, Landry e Doloreux (2009) define seis tipos de inovação dos serviços intensivos em conhecimento:

- i. Inovação de produto: envolve o desenvolvimento e a introdução de novas linhas de serviços, o aprimoramento de serviços existentes ou a integração de tecnologias e metodologias avançadas.
- ii. Inovação de processo: concentra-se na otimização das operações internas dentro das empresas SIC, com base na simplificação de fluxos de trabalho, automatização de tarefas repetitivas e implementação de sistemas eficientes de gerenciamento de projetos.
- iii. Inovação de *delivery*: refere-se ao desenvolvimento de mudanças e aprimoramentos na forma como a entrega é realizada, por meio da utilização de plataformas digitais,

ferramentas de colaboração online e modelos de entrega de serviços remotos, visando aprimorar a comunicação com os clientes e introduzir entregas *just-in-time*.

- iv. Inovação estratégica: relacionado ao desenvolvimento de novos modelos de negócios, parcerias e estratégias de posicionamento de mercado dentro do setor, através da identificação de tendências emergentes, da exploração de novos segmentos de mercado e da adaptação às mudanças nas preferências dos clientes.
- v. Inovação gerencial: refere-se à implementação de novas práticas de gestão e estruturas organizacionais dentro das empresas SIC, como a adoção de metodologias ágeis, a promoção de aprendizado contínuo e multidisciplinar, e compartilhamento de conhecimento.
- vi. Inovação de *marketing*: envolve o desenvolvimento de estratégias de *marketing* criativas e eficazes para promover serviços e atrair clientes, por meio da alavancagem de canais de *marketing* digital, plataformas de mídia social e *marketing* de conteúdo para gerar conscientização sobre os serviços e estabelecer relacionamentos sólidos com os clientes.

A literatura reforça que há complementariedades fortes entre estes diferentes tipos de inovação, sendo que alguns podem ser pré-condições ou complementos necessários para outros. Por exemplo, o desenvolvimento de uma inovação de produto pode envolver o desenvolvimento de um novo processo de produção, a implementação de um novo mecanismo de entrega, bem como a introdução de inovações de *marketing* e mudanças na estratégia de negócios (Amara; Landry; Doloreux, 2009).

Com relação aos desafios no processo de inovação, o mais prevalente é a escassez de mão de obra qualificada. Todavia, é importante ressaltar que fatores de natureza econômica, tais como o elevado risco financeiro, os custos associados à inovação e a disponibilidade de financiamento, também se configuram como obstáculos relevantes para as empresas SIC em seu intento de inovar. Embora menos proeminentes, outros fatores, como a dominação de mercado e a presença de estruturas regulatórias pouco conhecidas, podem exercer algum impacto nesse contexto (Doloreux; Shearmur, 2010).

Entre os fatores que determinam as estratégias e fontes de inovação, dois aspectos da inovação são considerados: o tipo de inovador (interno, colaborativo ou externo) e o grau de abertura para a inovação (dependência de fontes internas e/ou externas de informação). Miles

(2007) indica que a inovação nos SIC dependem das relações externas estabelecidas com clientes e fornecedores de tecnologia, em detrimento das atividades internas formais de P&D. Em contrapartida, o trabalho de Rodriguez, Doloreux e Shearmur (2016) revela que os SIC apresentam uma combinação entre as estratégias de inovação interna e colaborativa.

Apesar de divergências pontuais, a literatura indica que tanto a P&D interna quanto as fontes externas de informação são independentemente associadas à propensão para inovar dos SIC. Entre as atividades internas e a aquisição de conhecimento dentro da empresa, além do aumento na intensidade de gastos em P&D, os SIC se destacam no investimento em treinamento e capital humano. Com relação as fontes externas, a abertura para a aquisição de conhecimento externo por meio de acordos formais e de cooperação informacional com clientes e fornecedores possuem importância central na estratégia das empresas SIC inovadoras (Doloreux; Shearmur; Rodriguez, 2018; Rodriguez; Doloreux; Shearmur, 2016).

Não obstante, níveis altos de ênfase em mecanismos de apropriação podem gerar menor disposição para realizar colaboração com parceiros externos para a inovação ou atuar como uma barreira à criação e transferência de conhecimento. No contexto das empresas SIC, entre os mecanismos formais, contratuais e estratégicos de apropriação, os mecanismos contratuais são os métodos mais importantes para capturar valor da inovação. A utilização de capacidades complementares por meio de mecanismos estratégicos de aproveitamento de recursos, habilidades ou competências complementares também são empregadas como forma de apropriação. Mecanismos formais como patentes são considerados menos relevantes (Miozzo et al., 2016).

Nesse horizonte, observações foram realizadas em direção às diferenças entre os padrões de inovação das atividades SIC e manufatureiras. Ao considerar formas não-tecnológicas de inovação, as empresas SIC demonstram intensidade de inovação mais alta do que as empresas de manufatura. Apesar de ambos apresentarem níveis análogos de importância da cooperação com clientes e fornecedores para a inovação, os SIC evidenciam cooperação mais tímida com universidades, institutos de pesquisa e governo (Freel, 2006).

Além disso, as atividades SIC realizam atividades menos formais de P&D, essa separação entre departamento de P&D e equipe de produção menos nítida podem ser explicadas devido a proeminência da iteratividade no comportamento inovador e a presença de firmas pequenas que realizam atividades inovativas. Ao atuar em um ambiente mais dinâmico, os SIC necessitam de processos contínuos e cíclicos de geração, aprimoramento e implementação de

inovações, uma vez que *feedbacks* de informação e aprendizado entre colaboradores e clientes podem ser utilizados para modificar, adaptar ou melhorar rapidamente projetos subsequentes (Tuominen; Toivonen, 2011).

Quando os tipos de SIC (Quadro 2.1) são comparados em relação a cada característica de forma isolada, são encontradas diferenças em relação à prevalência de diferentes tipos de inovação, fontes de informação, estratégias de inovação e obstáculos percebidos. Enquanto a inovação de produto é mais comum nas atividades T-SIC, a inovação de *delivery* é mais usual nos P-SIC e a inovação estratégica é introduzida com mais frequência por serviços de consultoria. Além disso, os T-SIC possuem maior probabilidade de introduzir inovação de *marketing* e inovação de processos (Doloreux; Shearmur, 2010).

Com relação à intensidade de P&D e o grau de abertura, os T-SIC são associados a níveis mais altos de atividade de inovação do que os P-SIC, enquanto a cooperação com clientes associada à inovatividade são mais proeminentes nos P-SIC. Quanto aos desafios, apesar das atividades P-SIC incorrerem frequentemente em obstáculos referentes à escassez de mão de obra qualificada, as empresas T-SIC são mais sensíveis ao risco financeiro, disponibilidade de financiamento e custos de inovação (Doloreux; Shearmur, 2010).

Outra perspectiva macro de análise envolvendo os serviços intensivos em conhecimento são suas interações com o ambiente econômico, expressos nos impactos regionais e espaciais, na capacidade de adensar redes de inovação e na tendência de internacionalização (Zieba, 2021).

A capacidade dos SIC em gerar impactos positivos regionais foi empiricamente comprovada ao se observar sua notável concentração em áreas urbanas de rápido crescimento, o que se relaciona positivamente com o desenvolvimento econômico geral. O contexto espacial desempenha um papel crucial no desenvolvimento desses serviços, sendo que regiões urbanizadas e grandes aglomerações se destacam como berços para a demanda por estes serviços sofisticados. Nessas localidades, o acesso a fontes de conhecimento, como universidades e institutos de pesquisa, além de diversos recursos, como mão de obra qualificada, ocorre de forma mais acessível (Cooke; Strambach, 2010; Zieba, 2021).

Os pesquisadores enfatizam a importância da proximidade geográfica entre fornecedores e clientes, especialmente nas fases iniciais de estabelecimento de novas empresas. Sua presença em regiões específicas as torna agentes propulsores do desenvolvimento econômico local, uma vez que contribuem para aumentar os investimentos na região e,

consequentemente, a demanda por serviços SIC, promovendo maior oferta (Smedlund; Toivonen, 2007; Huggins, 2011).

Deza e López (2014), ao analisarem a evolução da concentração espacial no continente europeu, observaram que as atividades SIC são altamente concentradas em comparação com os demais setores. Apesar disso, em um segundo momento, os autores identificaram a dinâmica de desconcentração das atividades SIC de regiões metropolitanas para regiões não metropolitanas com expansão promissora, como consequência das demandas regionais e da especialização e o crescimento de Pequenas e Médias Empresas (PME) de serviços intensivos em conhecimento.

Desse modo, visando mitigar as disparidades de desenvolvimento, a implementação de políticas públicas regionais e nacionais adequadas é uma solução promissora, buscando apoiar o crescimento dos SIC também em regiões não metropolitanas e menos concentradas (Siikonen; Pellikka; Littunen, 2011).

Em virtude das especificidades elencadas dos SIC e de sua interdependência com outros agentes econômicos na busca e geração de conhecimento, uma característica adicional dessas empresas reside em sua propensão a atividades de rede. As empresas do setor SIC frequentemente interagem com seus clientes, mas também estabelecem ligações colaborativas com fornecedores, instituições de pesquisa e, em certos contextos, com concorrentes, visando a obtenção de informações e conhecimentos relevantes para obter vantagem competitiva e desenvolver novas tecnologias (Smedlund; Toivonen, 2007; Klimas; Czakon, 2014).

As redes produtivas representam uma oportunidade para empresas que não conseguem gerenciar todo o conhecimento necessário para conduzir um negócio ou que não desejam enfrentar os custos e riscos associados ao desenvolvimento de conhecimento interno. Estas são condições enfrentadas principalmente por PME, devido as dificuldades inerentes aos processos de desenvolvimento, implementação e comercialização de novos produtos e processos (Siikonen; Pellikka; Littunen, 2011).

Diante de recursos insuficientes para oferecer serviços em grande escala, por exemplo, as PMEs podem cooperar com concorrentes para atender às necessidades de seus clientes. Por outro lado, a cooperação eficaz com universidades e institutos de pesquisa por meio de redes produtivas também podem ser benéficas, principalmente para as PMEs e as atividades T-SIC, visto que estas últimas precisam complementar continuamente seu conhecimento com tecnologias e ferramentas atuais. Além disso, apesar do viés em favor das empresas

manufatureiras, o apoio de organizações regionais de pesquisa (universidades) necessita ser agregado à apoios de políticas públicas e instituições nacionais (Siikonen; Pellikka; Littunen, 2011; Paiola; Bolisani; Scarso, 2013).

Por fim, com relação a internacionalização, trabalhos empíricos confirmam a crescente importância dos setores SIC para o comércio internacional. As evidências referem-se ao aumento do fluxo de investimento direto estrangeiro nas últimas décadas e o aumento do fluxo de capital humano para a prestação de serviços relacionados a essas atividades (Bettiol et al., 2013). Apesar de serem subestimados, os serviços desempenham papel cada vez mais importante para estratégias de *upgrading* nas cadeias globais de valor, com destaque para os serviços intensivos em conhecimento (Fernandez-Stark; Bamber; Gereffi, 2011; Low, 2013).²⁰

A importância da interação e cooperação com o cliente e a crescente capacidade inovativa das empresas SIC são positivamente relacionadas à internacionalização, tanto no sentido do impacto positivo da inovação e cooperação para a internacionalização (Braga; Marques; Serrasqueiro, 2018), como também na direção da colaboração internacional ampliar o esforço inovativo dos SIC (Rodríguez; Nieto; Santamaría, 2018). Ademais, a incorporação de SIC por empresas manufatureiras mostra-se vital para sustentar a competitividade internacional, promovendo a internacionalização e inovação de produtos manufaturados (Kamp; Apodaca, 2017).

A obtenção de todas as características elencadas não deve ser creditada apenas às aptidões, qualidades e particularidades intrínsecas às atividades de serviços intensivos em conhecimento. Posto isso, faz-se salutar compreender fenômenos econômicos, institucionais, organizacionais e tecnológicos que conduziram a evolução da estrutura produtiva baseada no conhecimento que norteia a dinâmica do sistema econômico atual. Para tanto, dedica-se a seguir na compreensão dos fenômenos da terceirização, servitização e digitalização, os quais moldaram as mudanças das estruturas produtivas e estão diretamente associados com a evolução de importância dos SIC para a economia.

2.4.2. *Fenômenos econômicos associados à intensificação das interdependências setoriais dos SIC*

A terceirização consiste na externalização das atividades produtivas de uma empresa para fornecedores especializados em bens e serviços que, por vezes, é considerado um processo

²⁰ Com relação ao Brasil, evidências indicam que a inserção dos SIC nas cadeias produtivas ainda permanece pequena e pouco relevante (Costa; Castilho; Costa, 2023).

análogo à desintegração (especialização) vertical e à fragmentação da produção. Conforme Jones, Kierzkowski e Arndt (2001), as empresas decidem terceirizar por diversos motivos: diminuir custos dos meios de produção, lidar com volatilidade da demanda e suprir a ausência de habilidades ou equipamentos.

Fatores como aglomeração espacial, tamanho da empresa, intensidade em mão de obra e intensidade tecnológica também estão positivamente associados à tendência de terceirização (Antonietti; Cainelli, 2008). Acemoglu, Aghion e Zilibotti (2006), por exemplo, postulam que as atividades de inovação se tornam mais proeminentes à medida que a empresa se concentra em seu núcleo tecnológico e terceiriza atividades complementares. Por conseguinte, estruturas produtivas mais fragmentadas/terceirizadas apresentam estágios de desenvolvimentos mais avançados e estão mais próximos da fronteira tecnológica (Acemoglu; Aghion; Zilibotti, 2006; Giovanini, 2021).

A literatura explora efeitos da terceirização sob a ótica da empresa, como a produtividade das empresas (Girma; Görg, 2004), lucratividade (Görg; Hanley, 2004); sob aspectos macroeconômicos, como emprego e nível de desenvolvimento (Amiti; Wei, 2005); ou acerca de fatores relacionados à internacionalização e globalização, como a fragmentação internacional da produção (Kohler, 2004) e a formação das cadeias globais de valor (Gereffi; Humphrey; Sturgeon, 2005). Não obstante, destaca-se as contribuições acerca das implicações do processo de terceirização para a mudança estrutural, ou seja, em termos de reconfiguração da estrutura setorial dos sistemas econômicos.

As contribuições sobre a mudança da estrutura produtiva discutem a terceirização sob o prisma do fenômeno do crescimento do setor de serviços em relação ao setor manufatureiro, em termos de produção e emprego (Gershuny; Miles, 1983; Momigliano; Siniscalco, 1986). Esta abordagem, além de associar este fenômeno ao progressivo desempenho em termos de inovação tecnológica e crescimento de produtividade dos serviços empresariais, pelo lado da oferta, evidência mudanças estruturais na composição da demanda e, mais especificamente, as mudanças nos vínculos intermediários entre os setores de serviços e o restante da economia (Savona; Lorentz, 2005).

Nesse sentido, associa-se o fenômeno da terceirização com as transformações nos vínculos intersetoriais, o deslocamento da demanda intermediária para serviços intermediários e os altos níveis de crescimento da composição de produção e emprego dessas atividades no sistema econômico. Isto é, as mudanças organizacionais de produção e as mudanças da estrutura

produtiva são dois lados da mesma moeda (McCarthy; Anagnostou, 2004; Montresor; Marzetti, 2010).

Com base em análises insumo-produto, na qual cada setor está vinculado aos demais por relações de compra e venda em subsistemas verticalmente integrados, diferentes pesquisas apontam que desde a década de 1980: i) os empregos nos setores de serviços intermediários estão tornando-se cada vez mais presentes na economia e no subsistema dos setores manufaturados, com destaque para as atividades mais intensivas em tecnologia; ii) por outro lado, os setores de manufaturados apresentam recuo na participação de horas totais trabalhadas e redução na utilização de insumos industriais pelo subsistema de serviços intermediários; iii) por fim, os serviços intermediários demonstram progressiva interdependência com a estrutura produtiva, expressos tanto em vínculos intersetoriais como intra-setoriais (Montresor; Marzetti, 2006, 2010, 2011; Giovanini, 2021).

Tais evidências demonstram que o processo de terceirização é um fenômeno que ocorreu em nível mundial, primeiramente nos países desenvolvidos e em um segundo e terceiro momento em países de média e baixa renda, respectivamente. Porém, o processo de terceirização é insuficiente para explicar a tendência de recuo na participação da indústria no total de horas trabalhadas (fenômeno da desindustrialização). Essa retração é explicada principalmente pelo aumento na participação do subsistema dos Serviços Intensivos em Conhecimento, decorrente do crescente encadeamento dessas atividades com o restante da economia (Savona; Lorentz, 2005; Montresor; Marzetti, 2006, 2010, 2011; Giovanini, 2021).

Posto isso, a preocupação com a perda de participação das indústrias de manufatura na produção total parece ter sido substituída pela visão de que os SIC são importantes agentes na criação de novos empregos, visão que pode ser estendida aos países em desenvolvimento (Dasgupta; Singh, 2005). O notável desempenho de produtividade nos SIC estão compensando o desempenho inferior nos setores tradicionais e as mudanças profundas nos vínculos intersetoriais, com aumentos significativos na demanda intermediária por SIC, representam o caso mais importante de mudança estrutural do atual paradigma (Montresor; Marzetti (2010 e Savona; Lorentz (2005).

Nada obstante, é importante notar que as tecnologias emergentes estão cada vez mais associadas aos SIC, e a crescente participação desse subsistema na estrutura produtiva não pode ser totalmente atribuída aos processos de terceirização. Portanto, é pertinente explorar outros fenômenos que contribuam para entender o aumento da produtividade e inovação dos SIC,

como também compreender a crescente interdependência entre as atividades manufatureiras e de serviços.

Nesse contexto, a servitização é apontada como um fenômeno organizacional que afetou a manufatura (Neely, 2008) e atividades de inovação (Eggert et al., 2011) por meio da transição de produtos e empresas para orientações mais centradas em serviços (Ryu et al., 2012). Conforme apreciação precursora de Vandermerwe e Rada (1988), as empresas demonstram progressiva propensão a adicionar serviços à sua oferta como meio de ampliar a gama de aplicações e soluções de um produto e/ou a diferenciação de produtos. Por conseguinte, servitização pode ser definida como o processo de aumento da importância relativa dos serviços para uma empresa, usualmente manufatureira, na qual ocorre a transição de um modelo de produção tradicional para um modelo orientado a serviços (Kowalkowski et al., 2017).

Os benefícios potenciais da servitização incluem a geração de valor para o cliente, a melhoria da eficiência operacional, a criação de novas fontes de receita, o aumento do ciclo de vida dos produtos, a utilização de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento de práticas sociais e ambientais corretas (Kamal et al., 2020). Porém, conforme, Oliva e Kallenberg (2003) a transição para a servitização apresenta desafios, demandando mudanças culturais e organizacionais da empresa. Além de investimentos em infraestrutura, tecnologia e treinamento, as rotinas da empresa devem desenvolver avaliações associadas a satisfação dos clientes, o bem-estar dos funcionários e o desempenho financeiro de longo prazo do processo de servitização (Bigdeli et al., 2018).

Em um ambiente cada vez mais competitivo, onde os produtos devem ser complementados por soluções, as transações precisam ser acompanhadas de relacionamento mais próximo com o cliente e os fornecedores podem ser vistos como parceiros em redes produtivas, diversos estudos empíricos procuraram avaliar os benefícios da servitização. Evidências empíricas demonstram que a servitização gera efeitos complementares positivos na quantidade de venda, nas margens de lucro e na satisfação de cliente de empresas manufatureiras (Crozet; Milet, 2017; Kastalli; Van Looy, 2013; Wang et al., 2018).

Não obstante, estudos relativizarem a apropriação de valor da servitização e apresentarem limites dos seus impactos (Gebauer et al., 2012). Em vista disso, a servitização não pode ser vista como panaceia para a solução de problemas e o sucesso econômico das empresas, deve-se considerar as dificuldades inerentes ao processo de integração produtiva e exploração de novas atividades para a agregação de valor (Baines et al., 2009).

Em termos macroeconômicos, evidências sugerem que em média 30% das empresas manufatureiras são servitizadas, com proporções superiores a 50% em determinados países desenvolvidos (EUA, Finlândia, Noruega) (Neely, 2008; Neely; Benedetinni; Visnjic, 2012). De acordo com a análise dos dois estudos (ibid.), no período 2007-2011, apesar de alguns países não apresentarem mudanças significativas na taxa e outros apresentarem redução da mesma, a grande maioria dos países observaram intensificação da servitização. Nesse sentido a China se destaca, visto que entre 2007 e 2011 a servitização saltou de 1% para quase 20% das empresas manufatureiras. Os estudos também apontam as principais atividades associadas a empresas servitizadas são: sistemas e soluções; design e desenvolvimento; varejo e distribuição; e manutenção e suporte.

Com base na abordagem analítica de Funções Produtivas, Silva (2017), avalia a servitização dentro das empresas industriais brasileiras nos anos de 2007 e 2015, utilizando o emprego como variável proxy.²¹ Os resultados demonstram que as ocupações de serviços alocadas dentro da indústria aumentaram sua participação de 35,7% para 40,2% no período em questão. Em um nível setorial, as principais atividades empregadas dentro das empresas servitizadas são: funções administrativas, de gestão e back office; transporte, logística e distribuição; serviços técnicos; marketing, vendas e serviços de pós-venda; manutenção de instalações.

Conforme as contribuições acima sobre o fenômeno de servitização, duas conclusões são importantes. Primeiro, as empresas de países em desenvolvimento apresentam níveis mais elevados de crescimento do processo de servitização nas últimas décadas e, em contrapartida, economias desenvolvidas demonstram estabilidade no avanço orientado aos serviços (Paslauski et al., 2017). Segundo, entre as principais atividades associadas a servitização destacam-se os serviços intensivos em conhecimento, especialmente: funções administrativas, serviços de marketing e propaganda, serviços de design e outros serviços técnicos (Neely; Benedetinni; Visnjic, 2012; Silva, 2017).

Em conformidade com a segunda conclusão, as contribuições teóricas sobre servitização reconhecem que a implementação de estratégias centradas em serviços não depende apenas das

²¹ A análise empírica sobre o processo de servitização não é trivial, e, em grande medida, baseia-se em estudos de caso (e.g. Paslauski et al., 2017). Para análises mais amplas adequadas para observar o fenômeno, os esforços vão de encontro a dados financeiros (e.g. Neely, 2008) e de emprego (e.g. Silva, 2017) das empresas. Destaca-se que a utilização do sistema estatístico convencional (e.g. Friesenbichler; Kügler, 2022) não se faz adequado para identificar mudanças organizacionais internas às empresas, apesar da possibilidade de observar as direções relacionadas ao fenômeno no nível macro.

capacidades internas da empresa, mas está fortemente relacionada às principais características territoriais, onde a interdependência simbiótica dos manufaturados com os SIC ocorre em uma dimensão espacial delimitada. Assim sendo, ao ultrapassar a análise das fronteiras organizacionais e investigar sua relação em termos setoriais e espaciais, surge uma literatura adjacente entendida por servitização territorial (Lafuente et al., 2017).

Diferentes estudos, fundamentados por análises setoriais, espaciais e de atividade secundária, concluem que a partir de uma base resiliente de manufatura local é possível fomentar o desenvolvimento de atividades SIC, transformar cadeias de valor locais e promover o crescimento regional. Dessa forma, por meio da promoção de iniciativas baseadas nas características setoriais-territoriais-chave dos serviços intensivos em conhecimento e na sinergia com manufaturas especializadas, arranjos produtivos para a co-inovação entre soluções de serviços sofisticados e o desenvolvimento de produtos são intensificados (Gomes et al., 2019; Lafuente et al., 2019; Propriis; Storai, 2019; Lombardi et al., 2022).

Por fim, a literatura de servitização se desdobrou para compreender a crescente incorporação de serviços digitais em produtos físicos, fenômeno denominado de servitização digital (Vendrell-Herrero et al., 2017). Diferentes trabalhos buscaram fazer conexões entre esses dois campos - Servitização e Digitalização²² - devido a convergência das análises sobre modelos de inovação baseados em serviços digitais, produtos inteligentes, personalização em grande escala, automação produtiva e otimização de processos (Frank et al., 2019; Rubalcaba; Gago, 2007; Vendrell-Herrero et al., 2017).

Além de gerar maior proximidade e valor para o cliente, os benefícios da servitização digital impactam diretamente nos processos produtivos internos, por meio de controle da coleta de dados gerados mediante interações com cliente. Isto é, capacidade de previsão para melhorar o controle de qualidade (detecção rápida de anomalias nos produtos), eficiência de fabricação (panorama melhor das necessidades e capacidade da cadeia de suprimentos) e ciclo de vida do produto (redução do tempo de lançamento do produto ao lançar alterações menores). Portanto,

²² Nessa perspectiva, a digitalização pode ser definida sinteticamente como o uso de tecnologias digitais para criar valor para uma empresa, através do aumento da produtividade, redução de custos, agilização da produção, redução substancial de erros humanos e promoção da inovação por meio da transformação digital. As principais tecnologias associadas a digitalização incluem: Inteligência Artificial, Análise de Big Data, Computação em Nuvem, Veículos Autônomos, Manufatura Personalizada e Impressão 3D; Internet das Coisas (IoT) e Dispositivos Conectados, Robôs e Drones e Mídias Sociais e Plataformas (World Economic Forum, 2018).

conforme os autores, a servitização apoiada pela digitalização pode integrar os processos organizacionais internos e externos da produção (Frank et al., 2019; Scuotto et al., 2017).

O progresso tecnológico associado a digitalização não impacta apenas o setor industrial, mas progressivamente o setor de serviços. As tecnologias implementadas nas empresas SIC foram agrupadas em dois tipos: avanços com base na utilização de máquinas - e.g. inteligência artificial, big data, realidade aumentada e robótica avançada - e por meio do aumento da conectividade – e.g. internet móvel, computação em nuvem, internet das coisas, *blockchain* e mídias sociais (Brynjolfsson; McAfee, 2014; Marino-Romero et al., 2022). Em vista disso, diferentes estudos procuraram compreender quais fatores de transformação digital estimulam o desempenho dos Serviços Intensivos em Conhecimento.

Entre os resultados, os trabalhos citam: aperfeiçoamento da comunicação e *marketing* dos serviços profissionais (Hongdao et al., 2019); melhores desempenhos a partir da atualização, utilização e treinamento em ferramentas digitais (Ribeiro-Navarrete et al., 2021); maior eficiência da estrutura organizacional e criação de valor (Marino-Romero et al., 2022); aumento da fidelidade do cliente e expansão da participação no mercado com base na melhor compreensão das necessidades em constante mudança dos clientes (Marino-Romero et al., 2023).

Conforme Pianta (2020), a digitalização tem duas dimensões-chave: i) as indústrias utilizam *inputs* de setores intensivos em tecnologia digital (e.g. eletrônicos, serviços de software), relativo à incorporação intermediária de bens e serviços de TIC na produção; ii) as empresas investem em ativos de TIC, como hardware, software, equipamentos de telecomunicações e bancos de dados, que se tornam parte de seu capital fixo.

Com base nessas duas variáveis (consumo intermediário de bens e serviços TICs como % do *output* e investimento em equipamentos digitais, softwares e base de dados como % da formação bruta de capital fixo) e outros fatores (e.g. capital humano digital, vendas online), Calvino et al. (2019) propõem uma taxonomia de setores intensivos em digitalização. Os resultados da taxonomia demonstram que todas as atividades de serviços intensivos em conhecimento possuem alta intensidade de digitalização, além de demonstrarem aprofundamento digital no período 2001-03 e 2013-15, em detrimento da estabilização observada nos manufaturados mais digitalizados.

Como resultado, e em conformidade com o trabalho de Van Meeteren et al. (2022), setores associados aos SIC profissionais investem mais em tecnologias digitais flexíveis e

acessíveis, ou seja, estão sujeitos à transformação digital, mas não necessariamente impulsionam a mudança tecnológica. Por outro lado, SIC baseados em tecnologia são associados como desenvolvedores centrais das novas tecnologias digitais (setores motrizes) ou como conectores instrumentais (setores transmissores) entre a digitalização e setores mais comuns da economia. Por conseguinte, estas atividades são relevantes para a formação de agrupamentos tecnológicos, a aglutinação de setores e a convergência tecnológica.

Considerações ao capítulo

O presente capítulo propôs reunir diferentes contribuições teóricas e empíricas para fundamentar a análise da interdependência setorial e da inovação tecnológica dos serviços intensivos em conhecimento. Em primeiro lugar, os fundamentos teóricos são dados pela união de duas literaturas tradicionais da economia: a abordagem dinâmica da mudança tecnológica da tradição schumpeteriana e evolucionária e o ferramental da análise de insumo-produto da tradição de Leontief. Nesse sentido, apesar de pressupostos conflitantes, o capítulo possibilita visualizar complementariedades das duas abordagens para alcançar uma possível análise da mudança tecnológica e estrutural da economia.

Além disso, explicita a aproximação entre a literatura econômica evolucionária e as teorias da inovação em serviços. Esse esforço vai ao encontro do reconhecimento de Dopfer e Nelson (2018) sobre a necessidade de avançar nas investigações acerca das especificidades das inovações no setor de serviços, dada sua crescente importância para as economias contemporâneas. Isso se deve ao fato de que a teoria evolucionária tem concentrado suas análises na indústria manufatureira, resultando em um conhecimento desigual sobre os diferentes setores.

Por outro lado, Miles et al. (1995, p 25) destaca que é necessário “revisar a literatura sobre inovação em serviços em geral, pois muitos fatores destacados acerca das trajetórias de inovação em serviços podem ter relevância para os SIC”. Em vista disso, o capítulo buscou preencher uma lacuna entre um referencial teórico pouco explorado com o principal objeto de estudo do presente trabalho, os Serviços Intensivos em Conhecimento. Além disso, foram agregados à literatura de Serviços Intensivos em Conhecimento, fatos estilizados visando compreender os fenômenos associados às mudanças das interdependências setoriais dos SIC e da estrutura econômica nas últimas décadas.

Posto isso, além da fundamentação evolucionária e neoschumpeteriana, duas referências teóricas são centrais para o desenvolvimento subsequente desta tese. A primeira é a abordagem

integracionista (síntese), que amplia a análise da inovação em serviços ao enfatizar suas interações com a estrutura produtiva como um todo. Nesse sentido, a inovação em serviços não deve ser examinada de forma isolada, mas como parte de um sistema interdependente, no qual as relações entre setores desempenham papel essencial na geração e disseminação do conhecimento. A segunda referência é a taxonomia proposta por Castellacci (2008), cuja importância reside na articulação entre os setores manufatureiros e de serviços dentro de uma mesma estrutura analítica. Ao integrar diferentes dinâmicas tecnológicas e inovativas, essa taxonomia possibilita uma compreensão mais abrangente dos papéis desempenhados pelos setores nos sistemas de inovação e produção.

Por fim, deve-se destacar duas questões relevantes: i) a tentativa de compreender criticamente a mudança econômica e tecnológica em termos estruturais foram sobretudo orientadas para a análise de setores manufatureiros, em detrimento dos setores de serviços; ii) há uma vasta compreensão acerca dos padrões setoriais de inovação e da interdependência estrutural das economias avançadas, porém um número reduzido de pesquisas nesse sentido direcionadas a entender países de renda baixa e média. Por conseguinte, o objetivo dos capítulos empíricos subsequentes é exatamente aplicar tais análises orientadas aos serviços intensivos em conhecimento para a economia brasileira, considerando o contexto de países em desenvolvimento.

3. INOVAÇÃO DOS SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO NO BRASIL: PADRÕES E TRAJETÓRIAS SETORIAIS

Introdução

A teoria evolucionária sustenta que o desenvolvimento das empresas decorre do aperfeiçoamento de rotinas inovadoras e mudanças tecnológicas no ambiente econômico. Dessa maneira, o processo de inovação resulta da interação entre estratégias de busca coordenada e dinâmicas de aprendizado. Essas rotinas e estratégias se expressam em esforços de inovação, como dispêndios em atividades inovativas e pessoal ocupado em P&D, bem como em padrões de inovação, evidenciados pelo uso de diferentes fontes de conhecimento e tipos de inovação adotados pelas empresas. Assim, as soluções tecnológicas selecionadas determinam o rumo da mudança técnica e da própria competição, definindo distintas trajetórias tecnológicas (Nelson; Winter, 2005; Dosi, 2006, Rosemberg, 2006).

Como discutido na seção 1.4, os Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) caracterizam-se por sua aptidão na geração e difusão de conhecimento, atuando como componentes essenciais nos sistemas de inovação. Diversas pesquisas se debruçaram para compreender os SIC por diferentes perspectivas: i) as principais características e funções dessas atividades; ii) os padrões e desempenho inovativo das atividades SIC; iii) os efeitos de transbordamento tecnológico sobre outros setores; iv) as interações com o ambiente econômico.

Nesse contexto, ao se dedicar à segunda abordagem, este capítulo busca investigar o comportamento inovativo das empresas SIC no Brasil, focalizando aspectos como os esforços de inovação, as fontes de conhecimento, os tipos de inovação adotados, os desafios para inovar, e, em decorrência, os resultados inovativos e as trajetórias tecnológicas observadas. Com base nas três edições mais recentes da PINTEC (2011, 2014 e 2017), foram construídos indicadores que possibilitam análises comparativas, abrangendo tanto a dimensão intersetorial e intrasetorial quanto a evolução ao longo do tempo.

Especificamente, ao final do capítulo, pretende-se responder as seguintes questões: a) os SIC apresentam capacidades inovativas no contexto brasileiro? b) as trajetórias tecnológicas dos SIC demonstraram dinamismo ao longo do período analisado? c) essas capacidades superam as observadas nas manufaturas intensivas em tecnologia no Brasil? d) existem diferenças significativas nas estratégias e nos padrões de inovação entre os setores que compõem o grupo SIC? Embora a hipótese inicial sugira que as respostas sejam afirmativas,

busca-se uma compreensão aprofundada das especificidades que permeiam cada um desses aspectos.

3.1. A inovação dos SIC no Brasil: breve análise da literatura empírica

O reconhecimento crescente da relevância dos SIC para os sistemas de inovação em níveis nacionais, regionais e setoriais fomentou um interesse substancial na investigação dos aspectos específicos das atividades inovativas desses serviços. Conforme as análises bibliométricas conduzidas por Muller e Doloreux (2007) e Figueiredo et al. (2017), o interesse por essa temática emergiu na Europa ao final da década de 1990, expandindo-se para os Estados Unidos e Canadá no início dos anos 2000. Os estudos iniciais centraram-se nas características contribuição tecnológica dos SIC e, posteriormente, as investigações ampliaram suas análises para compreender as variações, diferenças e, em especial, a capacidade de inovação dessas atividades.

Os autores ressaltam que o aumento significativo nas publicações acerca das atividades dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) foi impulsionado pela inclusão progressiva dos serviços nas pesquisas de inovação. Atualmente, a literatura sobre o tema expandiu-se substancialmente, com estudos conduzidos em diversas regiões do mundo, o que torna desafiadora a realização de uma revisão empírica abrangente das publicações mais recentes. Portanto, além de apresentar conclusões de trabalhos empíricos relacionadas ao objetivo do capítulo, a seção concentra-se na realização de uma breve revisão bibliográfica dos trabalhos recentes que abordam a inovação nos SIC no Brasil.

Trabalhos empíricos verificaram que os SIC adotam uma variedade abrangente de estratégias e tipos de inovação, que vão desde inovações tecnológicas, como as de produto e processo, até inovações organizacionais e de marketing. Quanto ao esforço inovativo, os SIC não se limitam às práticas internas de P&D; eles também priorizam a colaboração ativa com clientes e fornecedores, formando redes de informação e parcerias para a troca de conhecimentos e tecnologias. Além disso, os SIC buscam integrar fontes de inovação ao combinar o conhecimento interno com contribuições externas. Assim sendo, há uma diversidade de configurações inovativas entre os diferentes segmentos que formam os SIC (Pina; Tether, 2016; Miles; Belousova; Chichkanov, 2017).

Conforme apresentado, a comparação entre a intensidade e padrão de inovação dos SIC e a das atividades manufatureiras também é tema de destaque na literatura. Hipp, Gallego e Rubalcaba (2015), com base na avaliação compreendendo 27 países europeus, apresentam

conclusões análogas ao estudo de Castellacci (2008). Os resultados indicam que o esforço em P&D das atividades SIC é superior em relação ao observado nas manufaturas, com intensidade de gasto em P&D interna duas vezes maior. Os resultados também apontam performance maior nos resultados inovativos, indicando que os SIC são mais propensos a realizar inovações radicais, especialmente em novos produtos, em contraste com o foco das manufaturas em inovações de processos. Além disso, as fontes de informação utilizadas pelos SIC apresentam maior equilíbrio entre o conhecimento interno e externo, com forte ênfase nas interações com clientes e redes de inovação.

As primeiras investigações sobre inovação nas atividades dos SIC foram realizadas por Ferreira e Quadros (2006), Freire (2006) e Kubota (2009). Apesar das limitações de dados, esses autores identificaram papel importante dos SIC na inovação e no apoio ao setor industrial, observando que essas atividades promovem o crescimento de empregos qualificados e contribuem para a inovação tecnológica, especialmente através da colaboração com clientes e o sistema de inovação. Contudo, indicavam muitas limitações para avaliar adequadamente as inovações dos SIC no Brasil, sugerindo uma abordagem mais ampla e desagregada dos serviços que vão além de indicadores tecnológicos.

Com relação aos estudos recentes, foram identificadas cinco pesquisas relevantes com temáticas alinhadas ao presente capítulo.²³ Destes, três foram conduzidos com *surveys* próprios e dois estudos utilizaram a base de dados da PINTEC, a mesma adotada neste capítulo.

Sprakel e Machado (2020) analisaram a relação entre os fluxos de conhecimento, estratégias apropriação e desempenho inovativo em empresas SIC no mercado brasileiro. Os autores coletaram dados de 345 empresas por meio de questionários e conduziram uma análise de *clusters*, com base na intensidade dos fluxos de conhecimento. Os resultados indicam que as empresas com um equilíbrio entre o uso interno de conhecimento externo e o envio de conhecimento para o ambiente externo apresentam melhores resultados inovativos. Por outro lado, empresas altamente internalizadoras, focadas no uso de conhecimento externo em detrimento do compartilhamento, exibiram o menor desempenho inovador.

²³ Cabe salientar a existência de estudos recentes que exploram outras perspectivas das inovações em SIC, mas embora suas temáticas não estejam alinhadas com a análise apresentada neste capítulo. Por exemplo, Milbratz, Gomes e Carmona (2020) investigam a influência do aprendizado organizacional e da inovação em serviços no desempenho de empresas brasileiras do setor de arquitetura, que integra os SIC. Além disso, Costa et al. (2023) examinam a influência da liderança transformacional, da cultura organizacional e do equilíbrio entre vida profissional e pessoal sobre a inovação em serviços.

Por meio de um *survey* com 48 empresas SIC, Oliveira et al. (2017) investigaram a interação dessas empresas com universidades no Brasil, com foco nas motivações, canais e fontes de informação para inovação. Os resultados revelam grande diversidade nos padrões de inovação e cooperação universitária. Empresas com alta motivação para a relação universidade-empresa apresentam esforço médio em P&D e desempenho inovativo elevado, utilizando canais amplos e complexos, como consultorias, pesquisa conjunta e participação em redes. Por outro lado, empresas com motivações intermediárias mostraram um desempenho inovativo médio e um esforço médio-alto em P&D, utilizando canais de complexidade moderada, como a contratação de pesquisadores e participação em conferências. Em contraste, as empresas com baixa motivação evidenciaram um baixo desempenho inovativo e um esforço reduzido, com interações limitadas a publicações e trocas informais de informações.

O estudo de Figueiredo e Ferreira (2020) investiga os efeitos da criação e transferência de conhecimento na capacidade inovativa dos SIC nas três maiores regiões metropolitanas do sudeste brasileiro. A análise, baseada em uma amostra de 71 empresas SIC obtida por questionário e avaliada por modelos *logit*, indica que a presença de criação de conhecimento aumenta em 47 pontos percentuais (p.p.) a probabilidade de inovação. Por outro lado, a existência de transferência de conhecimento (realizada nos últimos cinco anos) eleva essa probabilidade em 39,9 p.p. O estudo também aponta que variáveis como ‘tamanho da empresa’, ‘número de empregados’ e ‘localização’ não influenciam o padrão de criação e transferência de conhecimento nos SIC.

A partir dos dados da PINTEC 2014, Santos (2020) investigou o impacto da interação com os SIC na capacidade inovativa das empresas no Brasil. Para tanto, a autora utilizou como proxy para as variáveis explicativas a proporção de empresas que consideram a cooperação e as informações obtidas de universidades, institutos de pesquisa, centros de capacitação, institutos de teste e certificação, e consultorias como altamente relevantes para sua performance inovativa. Por meio de análise fatorial exploratória e mínimos quadrados generalizados, os resultados revelam que a utilização de SIC estimula a inovação nas empresas clientes, favorecendo o desenvolvimento de novos processos e produtos, tanto relevantes para as próprias empresas quanto para o mercado em geral. Além disso, a intensificação da colaboração com os SIC está associada a aumentos nos investimentos em treinamento e ao fortalecimento da cooperação universidade-empresa.

Teixeira et al. (2021) investigam a relação entre inovações tecnológicas (IT) e organizacionais (IO) nas empresas brasileiras de serviços intensivos em conhecimento (SIC),

explorando os determinantes de cada tipo de inovação e a possibilidade de feedback entre elas. A análise utiliza uma amostra de 595 empresas SIC, extraída da PINTEC 2011 e 2014 e vinculada aos dados da PAS 2009 e 2015. Aplicando modelos *logit*, os resultados mostram que a IT de produto é menos dependente das IOs e mais influenciada por inovações de produto anteriores, pela presença de pessoal em P&D e por uma estrutura organizacional rígida. A IT de processo, por outro lado, relaciona-se diretamente com aspectos organizacionais, como a rigidez e as IOs internas, em vez de depender de esforços inovativos. No que tange às IOs, observa-se que a aquisição de máquinas e softwares influenciam as IOs de modo diverso: favorecem positivamente as IOs internas, mas impactam negativamente as IOs externas. Ademais, a hipótese de *feedback* entre IT e IO é parcialmente confirmada, com as ITs de produto impulsionando IO internas, enquanto as IOs internas favorecem apenas ITs de processo.

Diferentemente dos estudos brasileiros analisados neste referencial empírico, que se concentram em aspectos específicos da inovação em SIC e frequentemente buscam estabelecer relações de causa e efeito entre variáveis, este capítulo propõe uma análise descritiva de indicadores baseados nos dados da PINTEC. Nesse sentido, a seção seguinte apresenta os aspectos metodológicos que permitem explorar de forma abrangente os esforços inovativos, os padrões de inovação e as trajetórias tecnológicas dessas atividades. Com base em comparações intersetoriais e intrasetoriais, além de análises intertemporais, busca-se identificar os diferentes padrões de inovação, compreender dinâmicas inovativas e oferecer uma visão detalhada das atividades que compõem os SIC no Brasil.

3.2. Base de dados e Indicadores de Inovação

A base de dados utilizada no capítulo é a Pesquisa de Inovação Brasileira (PINTEC), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta fornece informações para a construção de indicadores setoriais, regionais e nacionais das atividades de inovação das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas ocupadas, permitindo a construção e análise de indicadores setoriais de inovação. O primeiro ano de publicação da PINTEC foi em 2000 e, desde então, novas edições estavam sendo lançadas a cada três anos, incluindo as edições de 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017 (a edição de 2020 não foi divulgada). Para este estudo, focamos nas três edições mais recentes: 2011, 2014 e 2017.

A pesquisa é baseada no Manual de Oslo, principal guia utilizado para as pesquisas de inovação em todo o mundo, promovida pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento

Econômico (OCDE). Desde a primeira versão, este manual procurou avançar no reconhecimento da capacidade inovativa das atividades de serviços, assim como as diferentes versões da pesquisa de inovação europeia (*Community Innovation Surveys, CIS*) e as publicações brasileiras mais recentes da PINTEC.²⁴

Sobre a PINTEC, em específico, a incorporação de serviços ocorreu na terceira edição em 2005 com três atividades: serviços de tecnologia da informação, telecomunicações e P&D. Na publicação subsequente (3ª edição de 2008) as atividades de edição e gravação foram remanejadas para o grupo de serviços e na quarta edição (2011) estendeu a análise para serviços de arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas. Assim sendo, a partir da quarta edição, os ‘serviços selecionados’ são compostos por 6 atividades na PINTEC, conforme Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Serviços Selecionados presentes na PINTEC e a correspondência com a Taxonomia de Castellacci e a Intensidade Tecnológica pela OCDE

Divisão	Atividades da PINTEC – CNAE (2.0)	Grupos Setoriais	Intensidade Tecnológica
62	Atividades dos serviços de tecnologia da informação	Serviços Intensivos em Conhecimento	Média-alta
63	Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros		Média-alta
71	Serviços de arquitetura e engenharia; Testes e análises Técnicas		Média-baixa
72	Pesquisa e desenvolvimento científico		Alta
58 e 59	Edição e gravação	Serviços de Infraestrutura de Redes	Média-Baixa
61	Telecomunicações		Média-Baixa

Fonte: Elaboração própria com base em IBGE (2013, 2016, 2020), Castellacci (2008) e Galindo-Rueda e Verger - OECD (2016).

Pode-se observar que as atividades SIC contempladas na PINTEC são em grande parte SIC Baseados em tecnologia (T-SIC: 62; 63 e 72). Conforme apresentado na seção 2.4, os Serviços de Arquitetura e Engenharia são considerados SIC Profissionais (P-SIC). No contexto da inovação, as atividades T-SIC possuem maior intensidade tecnológica (alta e média-alta), enquanto os P-SIC demonstram intensidade média em esforços tecnológicos. Além disso, argumenta-se que o grau de interação com clientes e fornecedores é essencial para empresas inovadoras do tipo P-SIC. Já as empresas do tipo T-SIC tendem a depender mais dos seus próprios recursos internos de inovação (Freel, 2006).

²⁴ O Manual de Oslo, desde sua primeira edição em 1992, focava nas inovações de produto e processo, restritas à indústria manufatureira. Em sua segunda versão, de 1997, os serviços começaram a ser incluídos, ainda sob a ótica das características tecnológicas da manufatura. A terceira edição (2005) marcou a valorização das atividades de serviços, introduzindo inovações organizacionais e de *marketing*, além de destacar a importância das interações e da difusão de conhecimento, indo além da inovação tecnológica. Na quarta edição (2018), o Manual promove uma abordagem integracionista, aplicável a todos os setores, enfatizando a relevância dos ativos intangíveis e os impactos da digitalização na inovação (OECD/EUROSTAT, 2018).

A presença majoritária de Serviços intensivos em conhecimento (SIC) nos serviços selecionados deve-se ao fato dessas atividades apresentarem performance de intensidade tecnológica (alta e média-alta) análogas as encontradas nos segmentos de manufaturas de maior complexidade, como pode ser observado no Quadro D presente no apêndice. Os serviços de infraestrutura de redes (SIR), com destaque para as telecomunicações, aproximam-se de manufaturados de média-baixa complexidade em intensidade de P&D (Galindo-Rueda; Verger, 2016).

Conforme apresentado, o capítulo propõe analisar os dados da PINTEC nas versões de 2011, 2014 e 2017, que utilizam a mesma Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0). As três edições contemplam a mesma quantidade de setores, incluindo as quatro atividades de serviços intensivos em conhecimento, foco desta tese. O agrupamento setorial foi orientado pelo referencial teórico da economia evolucionária e neo-schumpeteriana, com base na taxonomia proposta por Castellacci (2008), conforme detalhado na seção 1.3.

Desse modo, além dos serviços selecionados SIC e SIR, são analisados os seguintes grupos setoriais: Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF), Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)²⁵. Também são considerados os setores da Indústria Extrativa (IEX) e Eletricidade e Gás (ELG), avaliados pela PINTEC. Dado que não houve mudanças na abrangência dessas atividades ao longo das últimas três edições, a comparação dos resultados entre elas é plenamente factível.

A metodologia adotada visa construir indicadores capazes de captar o padrão de inovação e a trajetória tecnológica dos serviços intensivos em conhecimento (SIC), de forma desagregada e em comparação com outros grupos setoriais. O perfil inovador das empresas foi delineado a partir de 54 indicadores, organizados em 7 categorias distintas. A seleção desses indicadores e categorias foi fundamentada em estudos empíricos que investigaram o padrão de inovação setorial na indústria brasileira (Campos; Urraca-Ruiz, 2009; Silva; Suzigan, 2013; Marques; Roselino; Mascarini, 2019).

As categorias, os indicadores e o período analisado estão apresentados no Quadro 3.2. Todos os sete indicadores foram avaliados com uma abordagem *cross-section* (setores e grupos setoriais) para a última edição disponível (2017), enquanto quatro deles também foram

²⁵ A agregação dos Manufaturados Fornecedores Especializados e dos Manufaturados Baseados em Ciência no grupo Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC) foi realizada para tornar a análise mais concisa, dado que ambas as categorias englobam atividades de alta e média-alta intensidade tecnológica, conforme apresentado no Quadro D do Apêndice.

examinados de forma intertemporal (2011, 2014 e 2017).²⁶ A combinação dessas análises permitiu identificar setorialmente tanto dinâmicas inovativas na última década quanto padrões tecnológicos específicos ao último ano.

A primeira categoria de indicadores, ‘Esforço de Inovação’, busca compreender as rotinas setoriais de investimento em P&D e Atividades Inovativas. A incorporação dessas rotinas inovativas é analisada por meio de seis indicadores que medem a intensidade dos esforços tecnológicos dos SIC e demais grupos setoriais. Os dois primeiros indicadores avaliam, respectivamente, a proporção de empresas de cada setor que realizaram gastos em Atividades Inovativas (AI) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Entende-se AI como um conceito amplo de esforço inovativo que compreende, além de atividades internas de P&D, outras atividades não relacionadas com P&D, como a aquisição de bens, serviços e conhecimentos externos (IBGE, 2020).

A pesquisa também disponibiliza o dispêndio em AI e P&D dessas empresas em valores monetários, permitindo a confrontação dessas com Receita Líquida de Vendas (RLV) e a quantidade de empresas de cada setor. Nesse sentido, os indicadores de ‘Gasto da Receita em AI’ e ‘Gasto da Receita em P&D’ permitem a identificação não apenas da intensidade de esforço inovativo, mas também de uma primeira aproximação sobre a diferenciação do padrão inovativo dos setores entre a geração interna de P&D e a absorção de atividades inovativas externas.

Além desses indicadores tradicionais, são considerados ainda na primeira categoria, os indicadores de proporção de trabalhadores dedicados em atividade de P&D e de gasto médio em P&D como proporção das empresas que realizam atividades inovativas. Incluir esses indicadores torna-se relevante, pois se espera que complementem a análise como proxies associadas as rotinas internas das empresas empreendidas nas atividades de ciência, tecnologia e inovação de cada setor.

Na segunda categoria de indicadores, são calculados os componentes do esforço de inovação, ou seja, a proporção dos gastos empenhados em oito atividades inovativas diferentes:

i) P&D Interna: trabalho com o objetivo de aumentar o conhecimento e aplicá-lo em novos

²⁶ Para as variáveis qualitativas (e.g. empresas com inovações de produto e/ou processo, fontes de informações), entendidas como aquelas que não envolvem registro de valor monetário, são coletados no último triênio, ou seja, a versão de 2017 abrange coleta de dados de 2015 a 2017. Já as variáveis quantitativas (e.g. gastos e pessoal ocupado em P&D, dispêndios em outras atividades inovativas) se referem ao último ano do período de referência da pesquisa, ou seja, 2011, 2014 e 2017.

produtos e processos, como o desenvolvimento e teste de protótipos, instalações-piloto e softwares que tragam avanços científicos ou tecnológicos; ii) P&D externa: aquisição de atividades de P&D realizadas por outras organizações, como empresas ou instituições tecnológicas, para o desenvolvimento de inovações; iii) Outros conhecimentos externos: obtenção de tecnologia por meio de acordos de transferência, como licenças de patentes, uso de marcas, aquisição de *know-how* e outros conhecimentos técnico-científicos de terceiros para inovar; iv) *Software*: compra de softwares específicos para implementar novos ou aprimorados produtos ou processos; v) Máquinas e equipamentos: aquisição de máquinas, equipamentos e *hardware* para implementar novos ou melhorados produtos ou processos; vi) Treinamento: abrange o treinamento voltado para o desenvolvimento de novos produtos ou processos e atividades inovativas, podendo incluir serviços técnicos especializados externos; vii) Introdução das inovações no mercado: refere-se às atividades de comercialização de novos produtos ou serviços, como pesquisas de mercado, testes de mercado e publicidade para o lançamento; viii) Projeto industrial e preparações: envolve a preparação técnica para implementar inovações, incluindo plantas, especificações operacionais, mudanças nos métodos de produção e controle de qualidade, além de testes para o início da produção (IBGE, 2020).

A terceira categoria de indicadores abrange as "Fontes de Informação", representada pela proporção de empresas que atribuem alta importância ao uso de 11 diferentes fontes de informação. Dividido entre fontes internas (2) e externas (9), os indicadores expressam como as empresas revelam a origem e a forma de aprendizado e absorção do conhecimento utilizado no processo inovativo. Assim sendo, conforme discutido na seção 1.1, os processos de aprendizagem das empresas podem ser associados ao *learning-by-searching* (P&D interna), *learning-by-doing* (outras áreas internas), *learning-by-using* (fornecedores, clientes/consumidores), *learning-by-interacting* (concorrentes, consultorias, universidades, instituto de pesquisa, centros de capacitação, instituições de testes, ensaios e certificações e redes de informação).

A quarta categoria de indicadores, intitulada "Espectro Inovativo", reflete a intensidade com que as empresas se dedicam, de maneira relativa, aos distintos tipos de inovação, englobando inovações de produto, de processo, organizacionais e de *marketing*. A inovação de produto refere-se à implementação de bens ou serviços novos ou significativamente aprimorados, cujas características técnicas, funções ou usos diferem dos produtos previamente oferecidos pela empresa. No setor industrial, a inovação pode envolver melhorias em componentes, materiais ou desempenho, enquanto, nos serviços, pode incluir a adição de novas

funções ou mudanças na forma como o serviço é oferecido, resultando em maior eficiência ou facilidade de uso (IBGE, 2013).

Quadro 3.2 - Indicadores de inovação

Categorias	Indicadores	Descrição	Ano(s)
Esforço de Inovação	Empresas com dispêndio em AI	% empresas que gastam com AI em relação ao total de empresas	2011 2014 2017
	Empresas com dispêndio em P&D	% empresas que gastam com P&D em relação ao total de empresas	
	Gasto da receita em AI	% dispêndio em P&D em relação a RLV	
	Gasto da receita em P&D	% dispêndio em AI em relação a RLV	
	Pessoal ocupado em P&D	% pessoas ocupadas com P&D em relação ao total de pessoas ocupadas	
	Dispêndio médio em P&D	% gasto em P&D dividido por empresas que realizaram dispêndio em P&D	
Componentes do esforço de inovação	P&D Interna	% dispêndio em atividade interna de P&D em relação ao total gasto em AI	2017
	P&D Externa	% aquisição externa de P&D em relação ao total gasto em AI	
	Outros conhecimentos externos	% aquisição de outros conhecimentos em relação ao total gasto em AI	
	Software	% de aquisição de software em relação ao total gasto em AI	
	Máquinas e equipamentos	% aquisição de máquinas e equipamentos em relação ao total gasto em AI	
	Treinamento	% do dispêndio em treinamento em relação ao total gasto em AI	
	Introdução das inovações no mercado	% dispêndio em gastos para lançamento e comercialização de inovações em relação ao total gasto em AI	
	Projeto industrial e preparações	% gasto em projeto industrial e preparações técnicas em relação ao total gasto em AI	
Fontes de informação	P&D Interna	% empresas que consideram alta relevância a P&D interna	2017
	Outras áreas internas	% empresas que consideram alta relevância Outras áreas da empresa	
	Fornecedores	% empresas que consideram alta relevância informações dos Fornecedores	
	Clientes/consumidores	% empresas que consideram alta relevância informações dos Clientes	
	Concorrentes	% empresas que consideram alta relevância informações dos Concorrentes	
	Consultoria	% empresas que consideram alta relevância informações de Consultorias	
	Universidades	% empresas que consideram alta relevância informações de Universidades	
	Instituto de Pesquisa	% empresas que consideram alta relevância informações de Institutos de Pesquisa	
	Centros de capacitação	% empresas que consideram alta relevância informações de Centros de Capacitação	
	Instituições de testes, ensaios e certificações	% empresas que consideram alta relevância informações de Instituições de testes, ensaios e certificações	
	Redes de informação	% empresas que consideram alta relevância informações de Redes de Informação	

Continuação Quadro 3.2			
Espectro Inovativo	Produto	% empresas que implementaram inovação de produto em relação ao total de empresas inovativas	2011 2014 2017
	Processo	% empresas que implementaram inovação de processo em relação ao total de empresas inovativas	
	Organizacional	% empresas que implementaram inovação organizacional em relação ao total de empresas inovativas	
	Marketing	% empresas que implementaram inovação de marketing em relação ao total de empresas inovativas	
Resultado Inovativo	Efetivas	% empresas com inovações no mercado nacional, já existente no mercado mundial	2011 2014 2017
	Efetivas de Produto	% empresas com inovações nacionais de produto, já existente no mercado mundial	
	Efetivas de Processo	% empresas com inovações nacionais de processo, já existente no mercado mundial	
	Radicais	% empresas com inovações novas para o mercado mundial	
	Radicais de Produto	% empresas com inovações de produto novas para o mercado mundial	
	Radicais de Processo	% empresas com inovações de processo novas para o mercado mundial	
Dificuldade Inovativa	Riscos econômicos excessivos	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade os riscos econômicos	2017
	Elevados custos da inovação	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade os custos da inovação	
	Escassez de fontes apropriadas de financiamento	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a escassez de financiamento para a inovação	
	Rigidez organizacional	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a rigidez organizacional	
	Falta de pessoal qualificado	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a falta de pessoal qualificado	
	Falta de informação sobre tecnologia	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade informações sobre tecnologia	
	Escassas possibilidades de cooperação	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a escassez de cooperação	
	Adequar a padrões, normas e regulamentações	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a adequação de padrões, normas e regulamentações	
	Escassez de serviços técnicos externos adequados	% empresas que consideram alta relevância de dificuldade a escassez de serviços técnicos externos adequados	
Trajetória Tecnológica	Melhoria da qualidade dos produtos	% empresas com alta relevância de inovação na melhoria da qualidade dos produtos	2011 2014 2017
	Ampliação de produtos ofertados	% empresas com alta relevância de inovação na ampliação de produtos ofertados	
	Manutenção de participação	% empresas com alta relevância de inovação na manutenção de participação no mercado	
	Ampliação de participação	% empresas com alta relevância de inovação na ampliação de participação no mercado	
	Abertura de novos mercados	% empresas com alta relevância de inovação na abertura de novos mercados	
	Aumento da capacidade produtiva	% empresas com alta relevância de inovação no aumento da capacidade produtiva	
	Aumento da flexibilidade da produção	% empresas com alta relevância de inovação na flexibilidade de produção	
	Redução dos custos de produção	% empresas com alta relevância de inovação na redução dos custos de produção	
	Redução dos custos do trabalho	% empresas com alta relevância de inovação na redução dos custos do trabalho	

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE).

Já a inovação de processo abrange a introdução de novos métodos de produção ou entrega, como mudanças nas técnicas, máquinas, equipamentos e softwares. Na indústria, isso envolve mudanças nas técnicas, máquinas, equipamentos ou softwares usados no processo produtivo. Nos serviços, abrange melhorias em equipamentos, softwares e procedimentos utilizados na criação e entrega de serviços, como a otimização da eficiência interna e da qualidade do atendimento, mudanças na logística da empresa e melhorias no planejamento e controle da produção, medição de desempenho e gestão de TI (IBGE, 2013).

A PINTEC amplia os conceitos clássicos de inovação ao incluir inovações organizacionais e de *marketing*. Essa ampliação se justifica pela necessidade de capturar adequadamente as inovações que ocorrem, especialmente nos setores de serviços e na indústria de transformação de baixa tecnologia, que não são plenamente abarcadas pelos tradicionais conceitos de inovação de produto e processo (IBGE, 2013).

A inovação organizacional refere-se à implementação de novos métodos nos processos internos de uma empresa, abrangendo práticas de negócios, organização do local de trabalho ou relações externas. Seu objetivo principal é melhorar a eficiência, otimizar o uso de conhecimento e aprimorar a qualidade de bens ou serviços. Já a inovação de marketing diz respeito à adoção de novas estratégias para comercialização de produtos, alterando aspectos como concepção, embalagem, promoção ou preço, com a finalidade de melhor atender às demandas do mercado, abrir novas oportunidades ou reposicionar o produto para aumentar as vendas (IBGE, 2013).²⁷

A quinta categoria, denominada 'Resultado Inovativo', avalia a qualidade das inovações realizadas pelas empresas em cada setor. Segundo Silva e Suzigan (2014), o grau de inovatividade pode ser classificado como efetivo ou radical: o primeiro se refere a inovações novas para o mercado nacional, enquanto o segundo abrange inovações inéditas em nível mundial. Com base nessa distinção, foram elaborados seis indicadores para medir o esforço inovativo: taxas de inovação efetiva, efetiva em produto, efetiva em processo, inovação radical, radical em produto e radical em processo.

²⁷ A pesquisa questiona se as empresas adotaram quatro tipos de inovação organizacional: novas técnicas de gestão, práticas de gestão ambiental, métodos de organização do trabalho e mudanças nas relações externas; além de duas formas de inovação de *marketing*: alterações nas estratégias de *marketing* e no *design* dos produtos. Como as empresas podem implementar mais de uma dessas inovações, o estudo calculou a média das inovações realizadas e a proporção sobre o total de empresas. Um indicador de 20% para a inovação organizacional, por exemplo, significa que 20% das empresas inovaram em pelo menos uma das quatro áreas consideradas.

A sexta categoria examina os obstáculos e desafios enfrentados pelas empresas inovadoras durante o processo de inovação, que podem tornar sua implementação inviável ou causar atrasos. Os indicadores avaliam a proporção de empresas que atribuem grande importância a dificuldades relacionadas a fatores econômicos, como custos elevados, riscos associados e falta de financiamento adequado; questões internas, como rigidez organizacional; limitações técnicas, como a carência de serviços técnicos externos ou de pessoal qualificado; problemas de informação, como a ausência de dados sobre tecnologias disponíveis; limitações no sistema de inovação, como a escassez de oportunidades de cooperação com outras empresas ou instituições; e barreiras regulatórias, como a dificuldade de atender a padrões, normas e regulamentações.

A categoria "Trajetória Tecnológica" visa entender as direções da mudança tecnológica, ou seja, os caminhos tecnológicos escolhidos pelas empresas, que são moldados pelos contextos técnico, produtivo, científico e econômico em que operam (Dosi, 2006). Os indicadores desta categoria revelam os objetivos e resultados das inovações implementadas, considerando sua repercussão em termos de produto, mercado e processo para diferentes grupos setoriais.

Esses indicadores, medidos com base na proporção de empresas que atribuem alto grau de importância ao impacto das inovações, são divididos em três grupos: produto, englobando a melhoria da qualidade e a diversificação dos produtos ofertados; mercado, envolvendo a manutenção ou ampliação de participação e a abertura de novos mercados; e processo, que inclui o aumento da capacidade produtiva, maior flexibilidade na produção, redução dos custos de produção e diminuição dos custos do trabalho.

3.3. Análise dos Resultados

Definir padrões inovativos e trajetórias tecnológicas setoriais envolve a identificação das diversas condutas e estratégias de inovação adotadas por diferentes setores econômicos. Nesse contexto, além de examinar as características tecnológicas e os comportamentos inovativos específicos das atividades que compõem os Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) no Brasil, este capítulo realiza uma análise comparativa dos padrões de inovação dos SIC em relação a outros grupos setoriais.

Antes de iniciar a análise dos indicadores apresentados na seção anterior, a Tabela 3.1 exhibe dados inovativos e econômicos das empresas avaliadas pela PINTEC nas últimas três edições. Esses dados referem-se aos dispêndios em Atividades Inovativas (AI) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), além de informações sobre o nível da Receita Líquida de Vendas

(RLV) e o número de Pessoas Ocupadas (PO). A análise, assim como os resultados dos indicadores, abrange as atividades de Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC), outros grupos setoriais e o total de empresas incluídas na pesquisa.

Primeiramente, deve-se destacar a variação negativa em todas as variáveis analisadas para o total de empresas.²⁸ Entre 2011 e 2017, observou-se um decréscimo médio nos dispêndios em AI (-11,2%) e em P&D (-3%), e variações negativas na RLV (-0,2%) e no número de PO (-4,6%). Ao desmembrar esses resultados por triênios, verifica-se um aumento nas variáveis entre 2011 e 2014, especialmente nos dispêndios em AI, seguido por uma queda acentuada no período de 2014 a 2017. Essa dinâmica reflete diretamente a inflexão da economia brasileira a partir de 2014, que contrastou com o crescimento robusto registrado nos anos anteriores. Assim, a análise dos resultados deve considerar a retração econômica de 2015 a 2017, que afetou negativamente o ambiente produtivo e inovador no Brasil.²⁹

Ao analisar os grupos setoriais, observa-se que os SIC foi o único grupo setorial a apresentar variações médias positivas durante os três períodos avaliados nas quatro variáveis, com destaque para os dispêndios em P&D, que cresceram 24%. Em contrapartida, os grupos de manufaturas intensivas em tecnologia (MIE e MEC) apresentaram variações negativas mais acentuadas do que a média geral. Destacam-se dois pontos: i) em 2011, o grupo SIC posicionava-se atrás dos três grupos de manufaturas em termos de investimento em P&D interna, mas em 2017 tornou-se o grupo que mais realizou dispêndios; ii) enquanto todos os grupos setoriais apresentaram redução no número de pessoas ocupadas, especialmente os grupos MIE e MEC, o setor SIC registrou uma expansão no mercado de trabalho (7,3%) no período analisado.

Entretanto, esses resultados positivos não foram homogêneos entre as diferentes atividades que compõem o grupo SIC. Enquanto os setores de ‘Serviços de tecnologia da informação’, ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ e ‘Pesquisa e desenvolvimento’ apresentaram variações médias positivas nas variáveis analisadas, os serviços de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ registraram resultados negativos no período.

²⁸ As variações foram calculadas com base na média das variações percentuais entre 2011 e 2014, e entre 2014 e 2017, agregando as variações de cada período analisado.

²⁹ A inflexão econômica de 2014 decorreu de fatores internos, como falhas na política econômica e instabilidade política; e externos, como diminuição da liquidez internacional e a queda dos preços das commodities. A crise institucional também impactou setores estratégicos, como petróleo e construção civil, agravando a crise. Para detalhes sobre a conjuntura econômica observada no período ver Rossi e Mello (2017) e Trovão e Dedecca (2024).

Tabela 3.1 - Dispendio em AI e P&D, RLV e PO dos Grupos Setoriais

GRUPOS SETORIAIS	Dispendio em AI				Dispendio em P&D				Receita Líquida de Vendas (RLV)				Pessoas Ocupadas (PO)			
	(milhões R\$)			Δ Média (%)	(milhões R\$)			Δ Média (%)	(milhões R\$)			Δ Média (%)	(mil)			Δ Média (%)
	2011	2014	2017		2011	2014	2017		2011	2014	2017		2011	2014	2017	
TOTAL	59.266	63.508	44.718	-11,2	18.233	19.251	17.018	-3,0	2.316.252	2.502.137	2.290.648	-0,2	8.763,6	9.094,1	7.912,5	-4,6
IEX	702	1.361	845	28,0	400	476	446	6,5	100.032	99.644	89.313	-5,4	187,0	213,1	178,6	-1,1
MDF	18.853	16.679	10.870	-23,2	3.637	3.721	2.897	-9,9	864.485	976.691	930.849	4,1	4.278,3	4.367,7	3.945,3	-3,8
MIE	15.403	15.313	10.291	-16,7	4.761	4.384	4.399	-3,8	563.039	560.681	470.142	-8,3	2.070,8	2.145,7	1.750,3	-7,4
MEC	11.543	11.566	9.508	-8,8	5.051	5.580	4.030	-8,7	436.698	478.530	414.640	-1,9	1.249,0	1.264,7	1.034,4	-8,5
ELG	1.622	905	1.182	-6,8	293	272	250	-7,7	127.137	160.185	177.956	18,5	136,3	125,2	128,5	-2,7
SIR	5.224	11.770	6.058	38,4	983	422	313	-41,5	146.899	130.237	115.049	-11,5	273,0	256,4	241,8	-5,9
SIC	5.919	5.914	5.964	0,4	3.108	4.396	4.683	24,0	77.962	96.170	92.698	9,9	569,1	721,3	633,7	7,3
Serviços de tecnologia da informação	1.507	2.144	1.746	11,9	663	1.257	1.125	39,6	40.999	49.679	52.356	13,3	261,1	344,3	348,9	16,6
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	550	422	708	22,2	153	217	321	44,8	8.169	12.851	17.531	46,9	70,4	113,5	88,3	19,5
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	1.704	574	336	-53,9	148	175	74	-19,9	26.402	30.682	19.602	-10,0	220,5	245,2	179,5	-7,8
Pesquisa e desenvolvimento	2.158	2.774	3.175	21,5	2.144	2.747	3.162	21,6	2.392	2.958	3.209	16,1	17,1	18,3	17,1	0,1

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: Δ = Variação. Valores deflacionados pelo Índice de Preços do Produtor Amplo (IPA) - preços de 2010. Número de pessoas ocupadas em 31.12 e RLV estimados a partir dos dados da amostra da Pesquisa Industrial Anual - Empresa e da Pesquisa Anual de Serviços.

Destaca-se, nesse caso, a queda média de 53,9% nos dispêndios em AI e de 10% na RLV. Dada a sensibilidade desse segmento à conjuntura econômica, com fortes vínculos com o setor da construção civil, os resultados negativos podem ser explicados pela dinâmica da economia brasileira no período.

Ademais, os resultados dos setores de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ apresentaram variações positivas superiores a dois dígitos em todas as variáveis analisadas no período. Embora tenham registrado um enfraquecimento do mercado de trabalho entre 2014 e 2017, esses segmentos demonstraram resiliência tanto em suas atividades inovativas quanto nas receitas de vendas, incluindo as empresas de P&D. De forma geral, o grupo SIC exibiu um desempenho econômico e inovativo superior, em contraste com os resultados negativos observados em outros grupos setoriais, especialmente na indústria de transformação.

3.3.1. Esforço Inovativo

O primeiro grupo de indicadores de esforço inovativo mede a proporção de empresas que realizaram gastos em AI e P&D, expressando a frequência que as empresas de cada setor se empenham em realizar esforços tecnológicos e, no caso da P&D interna, assumam os riscos envolvidos. Conforme a Tabela 3.2, em média pouco mais de 28% das empresas brasileiras realizaram algum esforço inovativo e 6% possuem departamentos internos de P&D. Naturalmente, existem grupos setoriais que possuem mais empresas dispostas a realizar gastos com inovação e incorrer em riscos.

As empresas de SIC se destacam como o segundo grupo que possuem maior proporção dedicadas a alguma atividade de inovação, apresentando uma média de 31,7% no período. Esse valor é inferior a incidência das empresas MEC e ligeiramente superior aos verificados nas manufaturas MIE e MDF. Deve-se salientar que as empresas dos grupos SIR e ELG também demonstram propensão a investir em atividades inovativas. Situação semelhante pode ser verificada nos dispêndios em P&D: preponderância das empresas MEC, acompanhado pelos grupos SIC e ELG em patamares menores. No caso dos dispêndios em P&D, enquanto esses três grupos apresentam mais de 10% de empresas que possuem departamentos de P&D, os demais grupos setoriais apresentam valores próximos ou menores que a média da totalidade das empresas brasileiras (6%).

Não obstante, apesar de se destacarem, os indicadores de empresas inovadoras dos grupos MEC e SIC no período é preocupante. Ambos grupos setoriais demonstraram

diminuição sucessivas no período na proporção de empresas dispostas a investir em AI e manter esforços em P&D. Duas possibilidades são associadas a esses resultados: i) a diminuição da quantidade tanto da totalidade de empresas quanto das empresas que assumem riscos de inovação; ii) aumento proporcionalmente maior da quantidade total de empresas em relação a quantidade de empresas inovadoras no período. Conforme os dados da PINTEC, associa-se o primeiro caso ao grupo setorial MEC e o segundo aos SIC.

Ao desagregar o grupo SIC nas suas respectivas atividades, essa mesma dinâmica de diminuição relativa de empresas dedicadas a atividades AI e P&D no período pode ser observada nos segmentos de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’. Enquanto as empresas de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’ apresentou estabilidade, a proporção de empresas de serviços de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ demonstraram intensificação da disposição em investir em AI e P&D, especialmente no triênio 2015-2017.

Os gastos em AI e P&D em relação a Receita Líquida de Vendas (RLV) são indicadores que medem a intensidade do esforço de inovação dos grupos e atividades selecionadas. De acordo com o exposto na Tabela 3.2, em média, as empresas avaliadas apresentam intensidade de 2,4% em AI e 0,8% em P&D. Além disso, no período analisado, ocorreu queda da intensidade de dispêndios em AI e P&D, sobretudo entre os anos de 2014 e 2017.

Nesse contexto, os SIC destacaram-se como o grupo com maior participação em dispêndios em AI) com uma média de 6,7%, e em P&D) com 4,5%. Quanto ao indicador de AI, os grupos setoriais SIR, MEC e MIE também registraram percentuais acima da média geral. No que diz respeito aos investimentos em P&D, apenas os grupos SIC, MEC e MIE superaram a média das empresas analisadas. É importante ressaltar que o grupo SIC registrou níveis de investimento em AI e P&D aproximadamente três e cinco vezes maiores que os observados nos grupos de manufaturas, respectivamente.

Quanto às variações nas intensidades ao longo do período, observou-se uma redução na intensidade de dispêndios em AI, enquanto a proporção de gastos em P&D em relação à receita aumentou. Esses resultados refletem, respectivamente, o crescimento das receitas em ritmo mais acelerado que os dispêndios em AI e, de maneira oposta, uma expansão mais significativa dos gastos em P&D em comparação ao aumento das receitas. Embora outros grupos setoriais tenham apresentado mudanças marginais, de forma geral, observa-se uma queda no esforço inovativo desses indicadores.

Tabela 3.2 - Indicadores de Esforço de inovação

GRUPOS SETORIAIS	Empresas com dispêndio em AI			Empresas com dispêndio em P&D			Gasto da receita em AI			Gasto da receita em P&D			Pessoal ocupado em P&D			Dispêndio médio em P&D ¹		
																(1000 R\$)		
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017
TOTAL	28,4	29,3	28,5	5,8	5,8	6,4	2,6	2,5	2,0	0,8	0,8	0,7	1,2	1,2	1,3	2.448,5	2.520,7	2.282,2
IEX	15,1	37,3	12,0	0,9	1,3	1,9	0,7	1,4	0,9	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	17.629,6	13.135,6	10.369,7
MDF	26,3	25,1	28,3	2,5	2,5	3,2	2,2	1,7	1,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	2.132,9	2.226,0	1.520,8
MIE	26,2	32,9	26,5	3,5	4,5	5,8	2,7	2,7	2,2	0,8	0,8	0,9	1,2	1,3	1,2	4.371,0	2.954,8	2.677,5
MEC	42,3	39,3	37,3	21,8	19,0	18,7	2,6	2,4	2,3	1,2	1,2	1,0	2,6	2,5	2,6	1.651,2	2.049,9	1.691,9
ELG	38,2	29,0	27,5	12,9	8,9	15,2	1,3	0,6	0,7	0,2	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	4.534,2	6.536,8	2.774,8
SIR	27,1	19,7	25,3	4,5	4,6	3,6	3,6	9,0	5,3	0,7	0,3	0,3	1,2	0,9	0,9	7.496,7	2.764,7	2.308,7
SIC	33,6	32,2	29,5	15,9	14,2	12,4	7,6	6,1	6,4	4,0	4,6	5,1	4,9	4,3	5,2	2.260,6	2.874,1	3.720,8
Serviços de tecnologia da informação	40,8	43,9	35,2	24,6	22,9	17,1	3,7	4,3	3,3	1,6	2,5	2,1	4,0	3,9	4,4	727,6	1.086,7	1.287,0
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	32,6	16,8	31,3	5,3	5,1	19,3	6,7	3,3	4,0	1,9	1,7	1,8	1,3	1,7	2,7	2.432,7	3.454,4	1.331,5
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	26,5	23,0	20,7	10,1	6,6	3,2	6,5	1,9	1,7	0,6	0,6	0,4	1,4	1,2	0,5	392,8	597,9	609,1
Pesquisa e desenvolvimento	95,3	85,0	95,7	95,3	85,0	95,7	90,2	93,8	98,9	89,6	92,9	98,5	79,3	69,4	83,7	89.720,5	161.562,6	143.739,9

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: (1) Deflacionado pelo Índice de Preços do Produtor Amplo (IPA) - preços de 2010.

Ao analisar as atividades SIC individualmente, três distinções principais emergem: i) o segmento de Pesquisa e Desenvolvimento apresenta gastos em P&D próximos à RLV, dado que suas operações são exclusivamente voltadas a essas atividades, o que resulta em alta intensidade em P&D; ii) os setores de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ se destacam por elevadas intensidades em AI e P&D, com proporções superiores à média geral e às manufaturas; iii) os serviços de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ demonstram baixa intensidade em P&D e, apesar de uma proporção elevada em AI em 2011, nos anos subsequentes esses números caíram abaixo da média do total de empresas analisadas na pesquisa.

Vale destacar que, com exceção de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, os setores do grupo SIC se caracterizam por uma maior produção interna de P&D do que pela absorção de atividades inovativas externas. Em termos comparativos, enquanto a intensidade em AI é aproximadamente três vezes maior que a de P&D no total dos setores, no grupo SIC essa relação se reduz para 1,5. Essas particularidades no padrão inovativo serão exploradas em maior detalhe na próxima seção, que analisará os componentes dos esforços de inovação de forma mais detalhada.

Ainda na categoria de esforço inovativo, destacam-se os indicadores de Pessoal Ocupado (PO) em P&D e o Dispêndio Médio em P&D. No geral, as empresas dedicaram apenas 1,3% de sua força de trabalho a atividades de P&D no triênio 2015-2017, percentual semelhante aos triênios anteriores. O grupo SIC novamente se sobressaiu, com a maior participação de PO em P&D (5,2% em 2017), seguido pelo grupo MEC (2,6%), enquanto os demais setores apresentaram participações abaixo da média total.

Ao desagregar os dados dos SIC, observam-se novamente diferenças entre os segmentos. As empresas de Pesquisa e Desenvolvimento, por exemplo, alocam uma parcela crescente de trabalhadores em atividades de P&D, atingindo 83,7% em 2017. Em contraste, os serviços de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ registraram um declínio no pessoal alocado em P&D, chegando a apenas 0,5% em 2017. Por outro lado, os setores de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ mantiveram proporções relativamente elevadas, com 4,4% e 2,7%, respectivamente, sendo que o último dobrou a alocação de PO em P&D no período analisado.

Em relação ao indicador de Dispêndio Médio em P&D, o grupo SIC apresentou valor superior à média geral em 2017, com aproximadamente R\$3,7 milhões, em comparação a R\$2,3

milhões. Três aspectos merecem destaque: i) o grupo SIC foi o único a apresentar aumento médio no dispêndio em P&D entre 2011 e 2017; ii) o grupo MEC registrou valores abaixo da média em todos os anos analisados; iii) o grupo IEX, apesar da forte queda no período, se manteve como *outlier* devido ao altíssimo nível de dispêndio em P&D por empresa, influenciado, provavelmente, pela presença da Petrobrás nesse setor.

Ao examinar as atividades específicas do grupo SIC, nota-se que o resultado geral foi fortemente influenciado pelo elevado Dispêndio Médio em P&D das empresas de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’, que atingiu cerca de R\$144 milhões. Além disso, o aumento no dispêndio médio das empresas dos setores de ‘Serviços de Tecnologia da Informação’ e ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ está relacionado à redução no número de empresas que investem em P&D. Em contraste, a queda observada no período de 2014 a 2017 nas empresas de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ pode estar ligada ao aumento expressivo na proporção de empresas que passaram a investir em P&D nesse intervalo.

3.3.2. Componentes do esforço de inovação

Na segunda categoria de indicadores, conforme mostrado na Tabela 3.3, são analisadas as participações de oito componentes nos gastos em atividades inovativas. Em 2017, as empresas inovadoras brasileiras concentraram seus recursos principalmente em P&D Interna (38,1%) e na aquisição de Máquinas e Equipamentos (31,5%). A P&D Externa e o dispêndio para a Introdução de inovações no mercado representaram, respectivamente, 10,7% e 7,6%. Os demais componentes apresentaram participações menores, inferiores a 5%.

O grupo SIC se destaca por concentrar a maior parte de seu esforço inovativo em P&D Interna, com 78,5% de participação. Além disso, destina 8,1% dos seus gastos na aquisição de Máquinas e Equipamentos (M&E) e 7,7% para a Introdução das inovações no mercado, patamares próximos à média geral.

Os grupos IEX, MIE e MEC também mostram ênfase em P&D Interna, além de participações significativas na aquisição de P&D e outros conhecimentos externos (IEX e MEC), e na compra de Máquinas e Equipamentos (MIE). Em contrapartida, os grupos MDF, ELG e SIR revelam maior dependência de atividades inovativas externas, com destaque para a aquisição de M&E.

Tabela 3.3 - Indicadores de Componentes do esforço de inovação (2017)

GRUPOS SETORIAIS	P&D Interna	P&D Externa	Outros conhecimentos externos	Software	Máquinas e equipamentos	Treinamento	Introdução das inovações no mercado	Projeto industrial e preparações
%								
TOTAL	38,1	10,4	2,7	3,9	31,5	1,1	7,6	4,6
IEX	52,9	20,1	0,4	1,7	15,0	1,8	2,3	5,7
MDF	25,9	3,8	1,1	3,2	47,4	1,9	11,1	4,0
MIE	42,7	3,7	3,8	3,4	30,5	0,8	4,5	8,7
MEC	42,4	15,4	5,7	2,5	14,4	1,0	13,0	5,4
ELG	21,1	24,5	0,7	4,3	48,6	0,6	0,0	0,2
SIR	5,2	27,7	1,1	10,3	53,6	0,6	1,3	0,2
SIC	78,5	1,72	1,1	2,3	8,1	0,9	6,0	1,4
Serviços de tecnologia da informação	64,4	2,8	2,1	3,8	13,3	2,1	7,7	3,7
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	45,4	5,1	1,2	5,7	12,5	0,84	28,7	0,4
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	21,9	4,9	5,6	9,4	45,5	3,1	5,6	4,0
Pesquisa e desenvolvimento	99,6	0,02	0,01	0,005	0,27	0,01	0,03	0,06

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

Ao examinar o grupo SIC de forma mais detalhada, observa-se uma variação nos padrões de esforço inovativo. Como esperado, as empresas de 'Pesquisa e Desenvolvimento' alocam praticamente todos os seus recursos em P&D Interna. Os setores de 'Serviços de Tecnologia da Informação' e 'Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros' também direcionam a maior parte dos dispêndios para P&D Interna, embora em níveis distintos (64,4% e 45,4%, respectivamente).

Neste último setor, o investimento na 'Introdução de inovações no mercado' também se destaca, atingindo 28,7%. Já o setor de 'Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas' apresenta uma participação em P&D Interna abaixo da média (21,9%), alocando a maior parte dos seus gastos inovativos na aquisição de Máquinas e Equipamentos (45,5%).

3.3.3. Fontes de informação

Os indicadores dessa categoria indicam os padrões de aprendizado e absorção do conhecimento que as empresas engendram para realizar suas inovações. Conforme exposto na Tabela 3.4, avalia-se a proporção de empresas que atribuem alta importância na utilização de duas fontes internas e nove externas. Com relação às fontes internas, no geral as empresas atribuem maior importância a Outras áreas internas (29,3%), em relação a P&D Interna (12,1%).

Em outras palavras, o aprendizado no interior das empresas inovativas brasileiras fundamenta-se mais no *learning-by-doing* do que no *learning-by-searching*. No que se refere às fontes externas, o conhecimento adquirido ocorre principalmente por meio da interação com Redes de informação (56,3%), Clientes/consumidores (43,3%) e Fornecedores (35,8%), que se destacam como os mais relevantes, enquanto outras formas do *learning-by-interacting* são menos relevantes.

As fontes internas de informação dos SIC, em média se equilibram entre P&D Interna (25,4%) e Outras áreas (25,6%). A importância atribuída ao *learning-by-searching* é superior à média, e em proporções menores as observadas nos grupos MEC e ELG. Por outro lado, a relevância do *learning-by-doing* situa-se em parcela menor que observado na média. "Quanto às fontes externas, destacam-se as interações com Redes de Informação (68,1%) e Clientes/Consumidores (48,9%), ambos em níveis superiores aos observados nos grupos de manufaturas. Além disso, a absorção de conhecimento proveniente de interações com Consultorias (18%), Universidades (9,9%) e Instituições de Testes, Ensaios e Certificações (13,3%) ocorre em proporções superiores à média das empresas avaliadas.

No recorte setorial do grupo SIC, a importância das diferentes fontes de informação é heterogênea. Enquanto as fontes internas nas empresas de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ são de extrema relevância (P&D: 90,9%; Outras áreas: 40,9%), nos serviços de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ o *learning-by-searching* possui importância para apenas 9,4% das empresas inovadoras e 27,8% considerarem o *learning-by-doing* pertinente.

Com relação às fontes externas, o setor de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ considera as informações oriundas das Universidades (54,5%) e Institutos de pesquisas (50%) altamente valorosas. Já para as atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, o leque de importância atribuídos ao aprendizado absorvido é grande: Redes de informação (74,4%), Fornecedores (54,3%), Clientes/consumidores (49,9%), 43,4% (Instituições de testes, ensaios e certificações); além de Universidades (30,6%) e Consultoria (29,4%), que também apresentaram proporções superiores às observadas na média.

Os segmentos de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ atribuem relativamente alta importância ao *learning-by-searching* (30,9% e 24%, respectivamente) e relevância menor que a média para o *learning-by-doing* (25,6% e 23,4%, respectivamente). Ambos os setores consideram as Redes de Informação e os Clientes/consumidores como fontes essenciais de conhecimento, sendo que o setor de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ apresenta as maiores proporções entre os SIC e demais grupos setoriais, com 89,3% e 69,5% das empresas utilizando essas fontes.

Por outro lado, os ‘Serviços de tecnologia da informação’ se destacam por ser o único segmento a indicar os Concorrentes (26,9%) como fonte de informação com proporção superior aos outros grupos setoriais. Contudo, em ambos os setores, a interação com Universidades e Institutos de Pesquisa é mínima, demonstrando pouca relevância dessas fontes para suas atividades inovativas.

3.3.4. Espectro inovativo

A quarta categoria de indicadores avalia a intensidade com que as empresas se dedicam às diferentes formas de inovação. Conforme apresentado na Tabela 3.5, considera tanto as inovações tradicionais de produto e processo quanto as inovações organizacionais e de marketing, o que permite uma ampliação das abordagens convencionais do conceito de inovação. Ao analisar a totalidade das empresas que implementaram inovações, verifica-se que a frequência de inovações de processo foi superior à de produto. Em 2017, 56,1% das empresas introduziram inovações de produtos, enquanto 84,7% realizaram inovações de processos.

Tabela 3.5 - Indicadores de Espectro Inovativo

GRUPOS SETORIAIS	Tabela B.3 - Indicadores de Espectro Inovativo											
	Produto			Processo			Organizacional			Marketing		
	%											
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017
TOTAL	50,7	51,4	56,1	88,8	89,3	84,7	43,2	44,5	39,6	44,2	46,6	46,5
IEX	31,5	34,1	28,4	97,4	98,8	85,1	48,1	45,2	58,1	34,5	30,7	39,0
MDF	40,6	45,5	48,6	92,1	89,4	84,9	44,1	42,1	35,6	46,0	47,1	45,8
MIE	53,4	49,6	54,3	87,2	90,6	89,7	37,4	44,0	42,6	36,5	43,5	45,4
MEC	68,8	69,0	75,1	81,4	87,0	76,6	46,1	48,4	44,6	49,9	51,6	48,0
ELG	5,1	24,5	29,5	99,0	99,2	95,6	58,7	57,4	41,2	7,0	13,0	18,1
SIR	75,3	44,5	73,2	85,4	92,6	86,1	42,5	48,4	42,6	69,7	60,7	46,5
SIC	73,1	67,6	73,7	85,5	83,9	82,1	48,9	51,5	44,3	42,2	48,9	53,5
Serviços de tecnologia da informação	84,8	81,3	79,2	83,7	78,6	77,7	52,5	49,5	38,9	42,2	53,2	56,1
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	83,9	87,0	73,8	86,4	92,2	85,0	53,9	54,3	52,2	66,4	38,0	69,2
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	50,8	37,4	58,0	87,8	92,7	92,5	41,0	54,6	54,5	32,3	42,8	38,9
Pesquisa e desenvolvimento	85,1	88,9	90,9	85,7	83,3	90,9	67,2	63,9	59,1	42,8	38,9	36,4

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas apenas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado. (1) Média entre quatro tipos de inovação organizacional. (2) Média entre dois tipos de inovação de *marketing*.

No entanto, percebe-se que a inovação em processos era mais frequente no início da década, enquanto a inovação em produtos apresentou aumento no número de empresas envolvidas. Em 2017, 39,6% das empresas implementaram pelo menos uma das quatro formas de inovação organizacional, e 46,5% realizaram ao menos um dos dois tipos de inovação em *marketing*. Observa-se também uma tendência de queda nas inovações organizacionais ao longo do período, em contraste com o crescimento das inovações de *marketing*.

As empresas do grupo SIC também implementam mais inovações em processos (82,1%) do que em produtos (73,7%). Porém, ao comparar com o total das empresas inovadoras, observa-se que elas são relativamente mais orientadas para inovações de produto e menos para inovações de processo. Essas características são semelhantes às proporções verificadas nos grupos setoriais MEC e SIR.

Em relação às inovações organizacionais e de *marketing*, as empresas do grupo SIC apresentam uma intensidade superior à média geral em ambos os tipos de inovação. Em 2017, 44,3% dessas empresas implementaram inovações organizacionais, enquanto 53,5% realizaram inovações de *marketing*, sendo este último o maior percentual entre os grupos setoriais. Além disso, as tendências dos indicadores do grupo SIC ao longo do período foram semelhantes às observadas no total de empresas inovadoras.

3.3.5. Resultado inovativo

Os indicadores dessa categoria qualificam as inovações efetivas e radicais, a primeira são inovações novas para o mercado nacional e a segunda são inovações originais em nível mundial. Conforme apresenta a Tabela 3.6, estas inovações também podem ser separadas em inovações de produto e de processo. Em geral, no ano de 2017, 13,6% das inovações foram consideradas efetivas e 1,8% foram classificadas como radicais, com um desempenho mais expressivo nas inovações de produto em ambas as categorias. Além disso, verifica-se uma tendência de crescimento nos resultados inovativos efetivos e radicais ao longo do período.

Especificamente com relação as inovações novas para o mercado nacional, o grupo SIC demonstra os melhores resultados em todos os anos analisados (23,6% em 2017), sobretudo nas inovações efetivas de processo. Em contrapartida, as inovações efetivas apresentaram variações negativas no período analisado, influenciadas principalmente pela queda das inovações efetivas de produto entre 2014 e 2017.

Tabela 3.6 - Indicadores de Resultado inovativo

GRUPOS SETORIAIS	Efetivas			Efetivas de Produto			Efetivas de Processo			Radicais			Radicais de Produto			Radicais de Processo		
	%																	
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017
TOTAL	10,5	13,0	13,6	17,0	20,7	20,0	6,8	8,6	9,4	1,3	1,4	1,8	2,4	2,4	2,7	0,7	0,8	1,1
IEX	3,8	2,6	7,1	6,8	4,8	13,7	2,9	1,8	4,9	0,0	0,3	5,8	0,0	0,8	9,6	0,0	0,2	4,6
MDF	6,1	8,1	10,6	10,6	12,4	16,8	4,2	5,8	7,2	0,8	0,9	1,1	0,8	0,9	1,5	0,8	0,8	0,8
MIE	8,5	12,0	12,7	12,8	16,9	20,1	5,9	9,3	8,3	1,1	0,9	1,5	2,4	1,9	2,4	0,3	0,4	0,9
MEC	20,0	23,9	19,6	28,8	36,4	26,8	12,5	13,9	12,5	3,1	3,5	3,5	5,7	5,9	4,9	0,9	1,6	2,1
ELG	12,1	18,4	18,2	16,4	39,0	14,9	11,9	13,4	19,3	11,6	6,9	8,1	55,1	12,9	12,5	9,4	5,4	6,8
SIR	7,1	10,7	9,0	9,1	20,6	7,8	5,3	6,0	10,0	0,3	1,1	0,7	0,5	1,9	0,8	0,1	0,7	0,7
SIC	25,6	25,0	23,6	32,7	36,0	25,7	19,5	16,2	21,7	1,4	2,1	3,0	2,3	3,6	4,7	0,6	0,9	1,5
Serviços de tecnologia da informação	25,3	27,2	15,9	34,4	40,4	21,1	16,1	13,5	10,6	1,5	2,3	2,9	2,8	3,7	4,9	0,2	1,0	1,0
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	14,5	7,3	60,6	27,4	10,3	64,0	2,0	4,5	57,7	0,1	0,3	1,9	0,0	0,7	2,4	0,3	0,0	1,4
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	31,5	24,4	25,3	31,6	29,0	17,3	31,5	22,5	30,3	0,9	1,5	2,9	1,6	3,5	4,0	0,6	0,7	2,1
Pesquisa e desenvolvimento	27,4	22,6	35,0	39,6	18,8	45,0	15,3	26,7	25,0	32,9	19,4	35,0	26,5	25,0	45,0	39,3	13,3	25,0

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

No caso das inovações novas em âmbito global, o grupo SIC também apresentou desempenho superior à média, com 3% em 2017, mas seus resultados em inovações radicais foram inferiores aos observados nos grupos ELG (8,1%), IEX (5,8%) e MEC (3,5%). Ainda assim, a tendência observada foi de um aumento na introdução de novos produtos e processos para o mercado mundial ao longo do período.

Os segmentos que compõem o grupo setorial SIC apresentam dinâmicas distintas em seus resultados inovativos. Embora todos os setores do grupo tenham alcançado índices de inovações efetivas acima da média, os ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ registraram queda ao longo do período analisado. No caso deste último setor, uma peculiaridade é que as inovações efetivas de processo superaram as de produto, contrastando com os demais segmentos do grupo. Em contrapartida, as empresas de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ e de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ apresentaram uma evolução positiva no período, sendo que as primeiras obtiveram os melhores resultados em inovações efetivas em 2017.

Em relação às inovações radicais nas atividades do grupo SIC, destaca-se inicialmente que as empresas de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’ apresentaram taxas semelhantes às das inovações efetivas. Outro ponto relevante é o desempenho do setor de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, pois obteve resultados acima da média em inovações radicais, com crescimento ao longo do período, apesar de seus esforços inovativos terem ficado abaixo da média e declinado no intervalo avaliado. Seguindo a tendência observada nas inovações efetivas, as empresas de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ apresentaram crescimento expressivo em inovações radicais. Em contraste, os ‘Serviços de tecnologia da informação’ tiveram um desempenho mais modesto, especialmente entre 2014 e 2017.

3.3.6. *Dificuldade inovativa*

Em termos gerais, observa-se na Tabela 3.7 que as principais dificuldades enfrentadas pelas empresas inovadoras brasileiras em 2017 estão associadas fatores econômicos: a riscos econômicos excessivos (52,8%), elevados custos da inovação (50,3%) e a escassez de fontes apropriadas de financiamento (46,3%). A falta de pessoal qualificado também se destaca (31,9%), enquanto a rigidez organizacional (13,3%) e a falta de informação sobre tecnologia (12,4%) parecem ser menos recorrentes entre os obstáculos identificados. É notável a presença expressiva da escassez de serviços técnicos externos adequados (20,8%), refletindo a importância de serviços intensivos em conhecimento para o sucesso das atividades inovativas.

Tabela 3.7 - Indicadores de Dificuldade inovativa (2017)

GRUPOS SETORIAIS	Riscos econômicos excessivos	Elevados custos da inovação	Escassez de fontes apropriadas de financiamento	Rigidez organizacional	Falta de pessoal qualificado	Falta de informação sobre a tecnologia	Escassas possibilidades de cooperação	Adequar a padrões, normas e regulamentações	Escassez de serviços técnicos externos adequados
	%								
TOTAL	52,8	50,3	46,3	13,3	31,9	12,4	16,3	17,1	20,8
IEX	52,6	46,1	34,9	9,3	7,2	3,1	20,3	22,9	10,4
MDF	52,7	48,5	49,8	12,6	38,6	13,1	16,2	18,0	24,6
MIE	56,9	51,4	42,4	18,8	28,2	15,6	17,1	12,9	18,7
MEC	58,8	59,7	45,7	9,4	26,7	10,3	16,7	22,5	19,0
ELG	21,8	32,5	4,0	25,2	7,9	6,9	4,0	4,6	0,0
SIR	29,9	40,9	31,3	13,7	16,7	8,2	30,5	30,0	9,6
SIC	40,1	44,9	45,4	9,0	21,3	5,6	9,2	9,9	14,1
Serviços de tecnologia da informação	52,3	50,5	41,7	7,3	28,0	7,2	6,0	10,9	4,3
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	10,7	35,9	72,9	9,6	11,1	1,3	15,4	9,7	47,2
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	28,2	35,0	32,7	13,4	9,8	4,1	13,8	6,5	15,6
Pesquisa e desenvolvimento	42,9	64,3	50,0	14,3	14,3	14,3	7,1	28,6	7,1

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

O grupo SIC apresenta algumas particularidades quando comparado ao conjunto total das empresas inovativas. As empresas do grupo enfrentam, de maneira geral, menos dificuldades associadas aos riscos econômicos (40,1%) e aos custos da inovação (44,9%) do que o total das empresas. No entanto, se assemelham ao total em termos de escassez de fontes de financiamento (45,4%), além da falta de pessoal qualificado apresentar valor considerável (21,3%). Vale ressaltar que o grupo SIC demonstra menor incidência de dificuldades para inovar em relação ao conjunto total, especialmente quando comparado aos grupos setoriais de manufaturas, evidenciando uma maior capacidade interna para enfrentar esses desafios.

A análise desagregada do grupo SIC revela diferenças marcantes entre suas atividades. O setor de "Serviços de tecnologia da informação" destaca-se pelos desafios relacionados aos riscos econômicos (52,3%) e aos custos da inovação (50,5%), superando a média do grupo. Em contraste, "Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros" enfrenta a maior escassez de fontes de financiamento (72,9%), muito acima da média, e desafios significativos com a falta de serviços técnicos adequados (47,2%).

Por outro lado, "Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas" e "Pesquisa e desenvolvimento" apresentam resultados mistos. O primeiro apresentou indicadores menores que a totalidade em todos os aspectos de dificuldades, enquanto o segundo enfrenta o problema de altos custos de inovação (64,3%) e escassez de fontes apropriadas de financiamento (50%), além de encontrar dificuldades em adequar a padrões, normas e regulamentações (28,6%) acima da média. Essas avaliações evidenciam que, apesar de uma capacidade geral do grupo SIC em lidar com barreiras à inovação, setores específicos ainda enfrentam desafios consideráveis em dificuldades relacionadas a fatores econômicos, limitações técnicas e barreiras regulatórias.

3.3.7. Trajetória tecnológica

A última categoria de indicadores inovativos busca compreender as direções das mudanças tecnológicas adotadas pelas empresas, influenciadas pelo contexto tecnológico, concorrencial e organizacional em que atuam. Os indicadores associados a essa categoria refletem as trajetórias das inovações implementadas, avaliando seu impacto nas perspectivas de produto, mercado e processo nos diferentes grupos setoriais. A mensuração dos diferentes é realizada com base na proporção de empresas que reconhecem alta relevância dos diferentes indicadores avaliados.

Em relação à trajetória de 'Melhoria da qualidade dos produtos' do total de empresas avaliadas, apresentada na Tabela 3.8, observa-se uma leve oscilação ao longo do tempo. O

indicador parte de 60,1% em 2011, reduz-se para 52,7% em 2014 e retoma crescimento, alcançando 55,9% em 2017. Por outro lado, o indicador de ‘Ampliação de produtos ofertados’ revela uma tendência de queda mais acentuada, passando de 40,6% em 2011 para 25,1% em 2017, sugerindo que, ao longo do período, as empresas podem ter priorizado a qualidade dos produtos em detrimento da diversificação.

Já em relação à trajetória de mercado, também presente na Tabela 3.8, observa-se uma ênfase significativa na ‘Manutenção de participação’, que, com 51,8% em 2017, desponta como o mais relevante entre os três indicadores analisados. O indicador de ‘Ampliação de participação’ apresentou leve oscilação, passando de 43,1% em 2011 para 40,3% em 2017. Em contraste, a ‘Abertura de novos mercados’ experimentou uma redução expressiva, de 36,7% em 2011 para 21,8% em 2017. Esse resultado sugere que as empresas têm dado maior prioridade à consolidação e ao fortalecimento em mercados já existentes, em detrimento da exploração de novas áreas de atuação.

Ao analisar o grupo SIC, verifica-se uma intensidade e trajetória mais favorável nos indicadores de produto em comparação com o total das empresas inovativas. O grupo apresentou um aumento considerável na ‘Melhoria da qualidade dos produtos’ - 53,1% em 2011 para 57,6% em 2017 - superando a média geral (55,9%). Quanto à ‘Ampliação de produtos ofertados’, embora o grupo SIC tenha apresentado uma retração de 42,6% em 2011 para 32,4% em 2017, esse percentual permanece superior ao observado no total das empresas (25,1% em 2017), o que demonstra impactos relativamente maiores da inovação na diversificação no portfólio de produtos.

Em comparação aos grupos MEC e SIR, que também apresentam indicadores superiores à média, observa-se uma estratégia relativamente distinta no que tange à diversificação de produtos. O MEC e o SIR registraram, respectivamente, 40,1% e 49,7% no indicador de ‘Ampliação de produtos ofertados’, sugerindo uma ênfase maior na diversificação. Enquanto o grupo SIC apresenta uma trajetória direcionada para a ‘Melhoria da qualidade dos produtos’, o grupo MEC demonstra trajetória negativa em ambos os indicadores. Por outro lado, apesar do foco na qualidade, o SIR conseguiu progredir em ambas as direções.

Nos indicadores de trajetória de mercado, a ‘Manutenção de participação’ do grupo SIC é semelhante média geral, alcançando 52,9% em 2017. Já a ‘Ampliação de participação’ apresenta intensificação durante o período - 34,8% em 2011 para 44,7% em 2017 - superando a média total.

Tabela 3.8 - Indicadores de Trajetória tecnológica de produto e mercado

GRUPOS SETORIAIS	Produto						Mercado								
	Melhoria da qualidade dos produtos			Ampliação de produtos ofertados			Manutenção de participação			Ampliação de participação			Abertura de novos mercados		
							%								
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017
TOTAL	60,1	52,7	55,9	40,6	23,8	25,1	52,7	45,3	51,8	43,1	34,5	40,3	36,7	21,6	21,8
IEX	48,5	48,3	38,7	32,1	11,7	6,3	60,1	45,8	41,1	60,8	36,2	25,6	46,9	12,1	17,2
MDF	64,2	49,2	56,0	40,4	23,3	19,8	54,7	40,4	51,2	44,2	33,9	37,7	37,5	17,0	17,4
MIE	54,3	53,8	56,1	36,1	21,7	23,5	47,1	45,7	52,6	43,3	30,9	41,5	36,3	23,1	25,4
MEC	62,8	56,2	52,9	49,2	26,6	40,1	56,5	52,9	52,3	42,9	39,3	43,4	37,6	28,9	29,9
ELG	32,2	54,2	32,7	15,2	5,4	1,8	49,0	20,4	5,6	3,2	8,2	12,5	2,0	3,1	10,0
SIR	43,1	64,6	72,3	40,3	28,4	49,7	42,7	55,9	59,4	43,5	33,5	56,8	26,8	14,4	23,8
SIC	53,1	62,1	57,6	42,6	32,4	32,3	51,4	57,0	52,9	34,8	43,2	44,7	34,7	34,7	25,1
Serviços de tecnologia da informação	58,4	63,4	51,7	44,9	42,8	33,5	51,4	62,7	53,7	32,0	50,7	40,6	32,1	45,8	29,3
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	52,7	53,1	79,2	31,8	15,5	20,6	47,2	82,7	35,1	37,2	17,3	68,3	26,0	12,5	16,2
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	44,7	61,2	62,9	43,1	15,1	34,2	53,1	41,7	59,7	37,7	33,4	44,3	41,5	17,3	17,6
Pesquisa e desenvolvimento	71,3	61,1	59,1	62,2	55,6	59,1	53,4	50,0	45,5	57,9	38,9	36,4	62,8	44,4	45,5

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado.

Contudo, observa-se menos impactos na ‘Abertura de novos mercados’ e tendência de queda - 34,7% em para 25,1% 2014. As evidências apontam para uma tendência comum entre os diversos grupos setoriais no Brasil, os impactos da inovação estão sendo mais direcionados para a consolidação e a ampliação de participação em detrimento da exploração de novos mercados.

A análise desagregada do grupo SIC evidencia características distintas nas trajetórias de produto. O setor de ‘Serviços de tecnologia da informação’ destaca-se negativamente pela queda em ambos os índices. Nesse contexto, a trajetória de ‘Melhoria da qualidade dos produtos’ é mais ampla, alcançando 51,7% em 2017, enquanto a ‘Ampliação de produtos ofertados’ corresponde a 33,5%. Com relação as trajetórias de mercado, observa-se crescimento robusto nos três indicadores entre 2011 e 2014, seguido por reversão em 2017, principalmente na ‘Abertura de novos mercados’. Apesar de intensidades superiores ao Total em todos os indicadores, a trajetória dos ‘Serviços de tecnologia da informação’ concentra-se mais na manutenção e ampliação de participação no mercado.

Em contraste, as atividades de ‘Tratamento de dados e hospedagem na internet’ mostra um crescimento pujante na ‘Melhoria da qualidade dos produtos’, que saltou para 79,2% em 2017, maior percentual verificado entre os grupos e setores analisados. Por outro lado, seguiu tendência de queda na ‘Ampliação de produtos ofertados’, diminuindo a proporção em mais de 10 p.p. entre 2011 e 2017 (20,6%). Apesar das oscilações na trajetória de mercado, o setor evidenciou em 2017 que a ampliação de mercado se tornou a estratégia predominante (68,3%), ao passo que, em períodos anteriores, a manutenção era o foco principal. Além disso, a abertura de novos mercados também apresentou uma tendência de declínio, alcançando 16,2% em 2017.

Os serviços de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ segue uma trajetória semelhante ao total do grupo, com a ‘Melhoria da qualidade dos produtos’ predominando e aumentando para 62,9% em 2017. Embora a ‘Ampliação de produtos ofertados’ seja mais modesta (34,2%) em 2017, encontra-se acima da média geral. Os indicadores de mercado, apesar de oscilarem em 2014, mostram um crescimento no período nas trajetórias de Manutenção (59,7%) e Ampliação de participação (44,3%), enquanto a ‘Abertura de novos mercados’ alcançou 17,6% em 2017, com ampla queda observada entre 2011 e 2014.

Por sua vez, o setor de ‘Pesquisa e desenvolvimento’, apesar de ter perdido a liderança na intensidade de ampliação da ‘Qualidade dos produtos’, reduzindo de 71,3% em 2011 para 59,1% em 2017, ainda se destaca pela capacidade de ‘Ampliação da oferta de produtos’

(59,1%), embora também apresente trajetória de declínio. No que concerne às trajetórias tecnológicas de mercado, esse setor, que mantém padrões de intensidade da inovação superiores aos do total, demonstrou quedas em todos os indicadores analisados. Não obstante, é a única atividade que apresenta intensidades menores em Manutenção e Ampliação de participação (45,5% e 36,4%, respectivamente em 2017) e maiores em Abertura de novos mercados (45,5%), com relação à média Total, aos manufaturados e ao grupo SIC.

Em síntese, as trajetórias tecnológicas de produto e mercado revelam padrões análogos entre os resultados agregados do grupo e a totalidade. Verifica-se, em diversos grupos setoriais e nas atividades do SIC, uma diminuição na intensidade de vários indicadores, sobretudo na ‘Abertura de novos mercados’, o que indica mudanças tecnológicas com ritmo e direção menos dinâmicas. Essa tendência é refletida pela priorização da qualidade em detrimento da ampliação da oferta de produtos, além de uma ênfase na consolidação e na expansão de participação em lugar da abertura de novos mercados. Esses resultados sugerem que as trajetórias tecnológicas de produto e mercado foram substancialmente impactadas pela dinâmica de estagnação da economia brasileira no período em questão.

Por fim, conforme apresentado na Tabela 3.9, os indicadores de trajetória tecnológica de processo são avaliados com base na importância atribuída à inovação nos processos produtivos. Ao analisar o total das empresas, destaca-se a predominância do impacto da inovação no ‘Aumento da capacidade produtiva’, embora se observe uma trajetória de queda geral, de 52,0% em 2011 para 41,3% em 2017. Esse declínio é acompanhado por uma redução nos demais indicadores, como no ‘Aumento da flexibilidade da produção’ (de 41,5% em 2011 para 35,6% em 2017) e na ‘Redução dos custos de produção’ (de 25,2% para 22,7%), sugerindo uma menor importância da inovação para otimização da eficiência produtiva no Brasil. No caso da ‘Redução dos custos do trabalho’, após uma leve alta em 2014, o indicador em 2017 retornou aos níveis próximos de 2011 (22,8%).

Quanto ao grupo SIC, nota-se uma trajetória de retrocesso semelhante, embora com níveis progressivamente inferiores à média total. O ‘Aumento da capacidade produtiva’ declinou de 57% em 2011 para 41,1% em 2017, e o ‘Aumento da flexibilidade’ também recuou, de 47,5% para 32,1% no mesmo período. O impacto na ‘Redução dos custos de produção’ alcançou 15,9% em 2017, situando-se também abaixo da média geral (22,8%), enquanto a ‘Redução dos custos do trabalho’ apresentou ampliação dos impactos, mas ainda em proporção menor que ao Total das empresas avaliadas, com 20,2% em 2017. Esses resultados indicam

que, embora o grupo SIC apresente uma tendência de declínio similar ao total, o impacto da inovação em processos produtivos foi relativamente mais limitado.

Na análise desagregada das atividades do grupo SIC, observa-se que os resultados desfavoráveis, sobretudo nos indicadores de ‘Aumento da capacidade produtiva’ e ‘Aumento da flexibilidade da produção’, estão diretamente relacionados à expressiva queda na performance dos ‘Serviços de tecnologia da informação’. Esse setor passou de 49,0% em 2011 para 30,6% em 2017 no primeiro indicador, e apresentou oscilação negativa de 36,7% para 26,9% no segundo. Ainda que as atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ e ‘Pesquisa e desenvolvimento’ tenham mantido desempenhos superiores à média geral, ambos mostraram retrocessos no indicador de capacidade produtiva.

Tabela 3.9 - Indicadores de Trajetória tecnológica de processo (2011, 2014 e 2017)

GRUPOS SETORIAIS	Processo											
	Aumento da capacidade produtiva			Aumento da flexibilidade da produção			Redução dos custos de produção			Redução dos custos do trabalho		
	%											
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017
TOTAL	52,0	44,8	41,3	41,5	38,2	35,6	25,2	25,9	22,7	22,4	24,5	22,8
IEX	49,8	35,6	47,9	19,0	21,2	50,5	14,0	21,6	31,5	29,3	17,7	33,6
MDF	54,0	46,0	43,2	39,8	41,2	38,1	26,8	26,5	26,0	25,0	25,3	25,4
MIE	53,1	47,4	42,4	44,1	35,6	34,9	22,2	26,8	20,2	19,6	25,5	22,9
MEC	42,7	42,9	32,5	41,6	35,2	30,5	28,0	26,9	18,9	21,2	24,0	17,1
ELG	32,0	12,9	20,9	18,7	46,9	25,4	70,7	14,0	28,3	25,6	15,9	16,6
SIR	43,8	39,2	45,1	47,4	49,5	26,6	23,0	23,6	21,5	29,2	29,6	9,3
SIC	57,0	36,8	41,1	47,5	38,3	32,1	17,4	19,7	15,9	11,8	18,8	20,2
Serviços de tecnologia da informação	49,0	31,5	30,6	36,7	36,4	26,9	11,7	15,9	11,9	9,6	12,8	10,2
Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	68,8	38,2	71,9	67,5	36,5	31,3	53,7	8,6	16,3	20,1	11,1	49,9
Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	64,4	46,5	54,0	55,8	42,2	46,5	11,0	29,1	25,9	11,6	31,9	32,4
Pesquisa e desenvolvimento	47,3	50,0	45,5	33,2	38,9	40,9	14,9	16,7	31,8	14,9	11,1	18,2

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE). Nota: consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado

No que tange à flexibilidade, o setor de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ conseguiu avançar durante o período analisado, enquanto ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ apresentou uma dinâmica mais negativa. Em contrapartida, o setor de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ se destacou positivamente no ‘Aumento da capacidade produtiva’, alcançando 71,9% em 2017, muito acima da média do grupo. No entanto, seus resultados para o ‘Aumento da flexibilidade da produção’ caíram drasticamente, passando de 67,5% em 2011 para 31,3% em 2017, demonstrando importância inferior à verificada na média.

Em relação ao indicador de ‘Redução dos custos de produção’, o segmento de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ apresentou declínio significativo, caindo de 53,7% em 2011 para 16,3% em 2017. Apesar disso, tendência positiva é observada nas atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, que começou com 11% em 2011 e alcançou 25,9% em 2017. Similarmente, o setor de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ também registrou crescimento significativo, com os impactos subindo de 14,9% para 31,8% no mesmo período.

Essas duas últimas atividades não apenas superaram a média do grupo SIC em 2017, como também registraram índices superiores às manufaturas avançadas, revelando um foco mais assertivo na redução de custos operacionais através da inovação. Por outro lado, os ‘Serviços de tecnologia da informação’ mantiveram trajetória estável, com as menores taxas de impacto na redução dos custos de produção entre as atividades analisadas, demonstrando menor impacto da inovação direcionado a esse objetivo.

O resultado positivo do indicador de ‘Redução dos custos do trabalho’ no grupo SIC foi impulsionado, principalmente, pelas atividades de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’, que alcançou expressivos 49,9% em 2017, e ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, com 32,4%. Ambos os setores superaram os impactos registrados no total das empresas e nas manufaturas avançadas. O setor de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ apresentou pequeno avanço, mas ainda abaixo da média do agregado SIC e do total. Por outro lado, ‘Serviços de tecnologia da informação’ manteve um impacto reduzido e uma dinâmica estagnada, com os piores resultados entre os setores analisados.

Em resumo, a análise desagregada dos setores do grupo SIC revela uma ampla variação no impacto da inovação sobre eficiência e produtividade. O setor de “Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros” destaca-se pela elevada performance na ampliação da capacidade produtiva e na diminuição dos custos laborais, embora enfrente dificuldades em

reduzir os custos de produção. As atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, apesar dos retrocessos observados no período, apresentaram resultados superiores à média em todos os indicadores relacionados à trajetória de processo. O segmento de ‘Pesquisa e desenvolvimento’ mostrou uma dinâmica positiva, superando a média em todos os indicadores, exceto na redução dos custos do trabalho. Em contrapartida, os “Serviços de tecnologia da informação” registraram resultados consistentemente inferiores à média e uma tendência de retrocesso na importância atribuída ao impacto da inovação nos indicadores de mudanças nos processos produtivos.

3.3.8. Síntese do padrão inovativo e da trajetória tecnológica dos SIC no Brasil

Os resultados apresentados podem ser resumidos considerando duas perspectivas de comparação: intersetorial e intrasetorial. A primeira refere-se à comparação das configurações inovativas do grupo SIC em relação às manufaturas, sobretudo os grupos mais intensivos em tecnologia (MIE e MEC). A segunda concepção busca compreender diferenças entre os padrões de inovação das atividades que formam o grupo SIC (Serviços de tecnologia da informação; Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros; Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas; e Pesquisa e desenvolvimento).

Partindo da primeira perspectiva, os indicadores de esforço de inovação apresentam três dimensões diferentes: i) proporção de empresas inovadoras; ii) intensidades dos gastos em atividades inovativas; iii) e a importância da P&D interna (em termos monetários e de recursos humanos). Os resultados indicam que os SIC possuem menos empresas inseridas em atividades inovativas em relação ao grupo MEC, porém superior ao grupo MIE, sobretudo considerando empresas que realizam P&D. Na segunda dimensão, os SIC apresentam intensidade de gastos em inovação expressivamente superiores às manufaturas, assim como verificado em Hipp, Gallego e Rubalcaba (2015). Ademais, a importância da P&D interna, principalmente em termos de pessoal ocupado, é mais relevante nas atividades SIC em relação aos grupos MEC e MIE. Desse modo, pode-se inferir que as empresas SIC no Brasil demonstraram maiores esforços de inovação em relação às manufaturas mais tecnológicas.

Ao qualificar os esforços de inovação, os resultados confirmam a P&D interna como o componente mais importante do gasto em inovação do grupo SIC (78,5%). Apesar de ser também o componente mais relevante para as MEC (42,7%) e MIE (42,4%), as MEC demonstram gastos mais diversificados nos demais componentes e as MIE apresentam importância relevante na compra de M&E. Desse modo, as rotinas de dispêndios em inovação

dos SIC são mais concentradas em departamentos internos de P&D, enquanto as manufaturas investem proporcionalmente mais na absorção de P&D em componentes externos à firma.

Com relação às Fontes de informação, o grupo SIC demonstra um padrão de interação relativamente maior com Clientes/consumidores, Empresas de Consultoria e Redes de informação, confirmando os fatos estilizados da literatura. Por outro lado, as manufaturas atribuem maior importância às informações provenientes de Fornecedores, Concorrentes e Instituições de Pesquisa e Testes. A relevância das Universidades como fonte de informações é análoga nos grupos SIC, MEC e MIE. Com relação às Fontes internas, as manufaturas expressam padrão de *learning-by-doing* mais relevantes que o grupo SIC. Enquanto o *learning-by-searching* destaca-se no MEC e no SIR em relação a média, nas atividades MIE são menos importantes.

No quesito Espectro inovativo, as empresas dos grupos SIC e MIE implementaram inovações de produto em proporção superior a 70%, com destaque também para as atividades SIR. Já as inovações de processo são mais pertinentes nas atividades de MIE, em detrimento do grupo MEC. Enquanto a intensidade de empresas que implementam inovações organizacionais é semelhante entre os grupos, nas inovações de *Marketing* o grupo SIC apresenta superioridade em relação às MEC e MIE. Nesse sentido, os SIC demonstram implementação com melhor distribuição entre os diferentes tipos de inovação.

A respeito dos Resultados inovativos, as atividades SIC também se sobressaem em relação às manufaturas nas inovações novas para o mercado nacional, principalmente em relação às inovações efetivas de processo. Por outro lado, em relação às inovações radicais exibem performance superior às MIE e análogas às MEC. Deve-se destacar que o grupo de Eletricidade e Gás também demonstra resultados inovativos expressivos, sobretudo nas inovações novas para o mercado mundial.

No contexto das dificuldades para inovar enfrentados pelas empresas, os SIC apresentam menores obstáculos para inovar em relação às manufaturas em todos os fatores, com exceção da escassez de financiamento apropriado. De maneira geral, na economia brasileira, as manufaturas enfrentam as maiores dificuldades para inovar entre todos os grupos, principalmente nos fatores econômicos.

Por fim, os indicadores de trajetória tecnológica são analisados sob três óticas: produto, mercado e processo. Com relação às trajetórias de produto, o grupo SIC e MIE demonstraram direções mais proeminentes na melhoria da qualidade dos produtos, enquanto as MEC foram

relativamente melhores na ampliação de produtos. Deve-se destacar que nesse aspecto observa-se trajetória dinâmica de produto nos Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR). Com relação as trajetórias de mercado, os resultados são semelhantes entre os grupos MEC, MIE e SIC: i) todos os indicadores desses grupos foram superiores aos verificados na média; ii) maior propensão a trajetórias direcionadas para a consolidação e a ampliação de participação em detrimento da exploração de novos mercados.

Já os indicadores de trajetória de processo evidenciam uma menor ênfase do grupo SIC nos impactos das inovações voltadas ao aumento de eficiência e produtividade intrafirma, especialmente em comparação com os grupos MDF e IEX, que representam indústrias tradicionais de menor intensidade tecnológica. As manufaturas mais avançadas, como MIE e MEC, também exibem uma trajetória similar à do SIC, com uma tendência de declínio no impacto das inovações em diversos indicadores ao longo do período analisado.

Tais resultados são preocupantes, uma vez que os grupos setoriais com maior intensidade tecnológica e maior esforço inovativo não apresentaram um desenvolvimento contínuo e dinâmico nas trajetórias tecnológicas durante o período em análise. Essas apreciações revelam uma possível estagnação ou mudança nas estratégias de inovação desses setores, contrastando com a expectativa de que grupos com maior propensão à inovação apresentariam maior evolução e impacto da inovação em suas atividades.

O Quadro 3.3 busca sintetizar a análise sob a segunda perspectiva proposta, ou seja, identificar as características (e diferenças) das quatro atividades que formam o grupo SIC. Os esforços de inovação no geral são alto ou médio-alto, com exceção do segmento de 'Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas'. Essas atividades demonstram intensidades de esforço a abaixo da média Setorial e Total em todos os aspectos analisados.

Quanto aos componentes dos dispêndios em inovação, observa-se, mesmo com a heterogeneidade de magnitudes entre os segmentos, importância da P&D interna acompanhada pela limitada atribuição à P&D externa. A aquisição de máquinas e equipamentos (M&E), entretanto, é particularmente predominante nas atividades de 'Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas'. Além disso, destaca-se o peso relativo dos gastos com introdução das inovações no mercado para o segmento 'Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros'.

Em relação às fontes de informação para a inovação, o aprendizado interno mostra-se essencial para os segmentos de tecnologia da informação ('Serviços de tecnologia da

informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’) e para o setor de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’. Entre as fontes externas, observa-se que, enquanto o aprendizado através da interação com o mercado (clientes, concorrentes e redes de informação) é prioritário para as atividades de TI, o setor de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’ valoriza, sobretudo, a colaboração com universidades e institutos de pesquisa. Já para o setor de “Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas”, observa-se uma ampla diversidade de fontes externas, as quais exercem papel significativo na inovação, compensando a fragilidade no desenvolvimento do aprendizado interno.

As atividades SIC destacam-se em diversos tipos de inovação, sobretudo o segmento de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’, que implementou percentual de inovações alto em todos os espectros inovativos avaliados. As empresas de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’ também se destacam, com implementação maior que a média nas inovações de Produto, de Processo e Organizacional. Já os setores de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ são mais limitados. O primeiro destaca-se nas inovações de produto e *marketing*, e o segundo nas inovações de processo e organizacional.

Os esforços em inovação nem sempre correspondem diretamente aos resultados inovativos obtidos. As empresas de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’, por exemplo, apresentam alto nível de esforço inovativo e alcançam desempenho excelente, tanto no mercado nacional quanto internacional. No entanto, segmentos como ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’, que apresentam esforço relativamente baixo, também atingem resultados satisfatórios (nível médio-alto) em ambos os mercados. As atividades ligadas à TI exibem características distintas: o segmento de ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ destaca-se em inovações efetivas, enquanto os ‘Serviços de tecnologia da informação’ obtêm êxito em inovações de produto em âmbito impacto internacional.

Quanto às dificuldades para inovar, os resultados indicam que segmentos SIC com maior esforço em inovação, especialmente em P&D interna, enfrentam obstáculos mais intensos. O setor de ‘Pesquisa e Desenvolvimento’, por exemplo, aponta uma ampla variedade de fatores dificultadores no processo inovativo. Em contraste, as atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ encontram menos barreiras, possivelmente devido à maior ênfase em componentes e fontes externas de inovação, que apresentam menor complexidade em comparação com os investimentos exigidos para P&D interna.

Quadro 3.3 - Características inovativas das atividades que formam os SIC

Categorias	Serviços de tecnologia da informação	Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros	Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas	Pesquisa e desenvolvimento
Esforço de Inovação	Médio-Alto	Médio-Alto	Baixo	Alto
Componente do Esforço	P&D interna; M&E	P&D interna; Introdução das inovações no mercado; Software	M&E; Software; P&D interna	P&D interna
Fontes de Informação	Redes de informação; Clientes; P&D interna; Concorrentes	Redes de informação; Clientes; P&D interna	Redes de informação; Fornecedores; Clientes; Instituições de teste; Consultoria; Universidades	P&D interna; Áreas internas; Universidade; Institutos de pesquisa;
Espectro Inovativo	Produto; <i>Marketing</i>	Produto; Processo; Organizacional; <i>Marketing</i>	Processo; Organizacional	Produto; Processo; Organizacional
Resultado Inovativo	Médio em inovações Efetivas; Alto em Radicais de produto	Alto em inovações Efetivas; Médio em Radicais de processo	Médio-Alto em inovações Efetivas; Médio-alto em Radicais	Alto em inovações Efetivas; Alto em Radicais
Dificuldade Inovativa	Riscos; Custos; Financiamento; Pessoal qualificado	Financiamento; Custos; Serviços técnicos	Custos; Financiamento	Custos; Financiamento; Riscos; Normas, e regulamentações
Trajectoria tecnológica	Produto	Qualidade	Qualidade; Ampliação da oferta;	Qualidade; Ampliação da oferta;
	Mercado	Ampliação	Manutenção; Ampliação;	Abertura novos mercados
	Processo	Aumento capacidade produção e Redução custos trabalho	Aumento capacidade e flexibilidade produção; Redução custos trabalho	Aumento capacidade e flexibilidade produção; Redução custos produção

Fonte: elaboração própria com base na PINTEC (IBGE).

No tocante as trajetórias de produto, os diferentes segmentos indicam que os resultados da inovação estão na direção de melhoria da qualidade de produtos, a ampliação de produtos ofertados ainda apresenta relevância nas atividades de ‘Serviços de tecnologia da informação’, ‘Pesquisa e Desenvolvimento’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’, apesar de dinâmicas desfavoráveis ao longo do período analisado. Já nas trajetórias de mercado, ainda que todas atividades acompanhem a propensão à consolidação e à ampliação de participação observadas no grupo SIC e no total, a abertura de novos mercados ainda

apresentam relevância para ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Pesquisa e Desenvolvimento’.

Os indicadores de trajetória de processo demonstram que, além de uma ênfase comum entre todas as atividades no aumento da capacidade produtiva, a inovação voltada à elevação da eficiência se destaca nas atividades de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ e ‘Pesquisa e desenvolvimento’. No que se refere a ampliação da produtividade, seja pela redução de custos de produção ou de mão de obra, observa-se avanço em quase todas as áreas, com exceção dos ‘Serviços de Tecnologia da Informação’.

Considerações ao capítulo

Este capítulo, ao se propor a realizar uma análise descritiva e ampla sobre inovação em serviços intensivos em conhecimento no Brasil, busca compreender as características dessas atividades quanto aos esforços inovativos, padrões de inovação e trajetórias tecnológicas no período recente. Para tanto, foram desenvolvidos indicadores de inovação com base nas três últimas edições da PINTEC (2011, 2014 e 2017) e realizadas análises comparativas, considerando as dimensões intersetorial, intrasetorial e temporal.

Os resultados demonstraram que os Serviços intensivos em conhecimento são caracterizados por elevados esforços em inovação, destacando-se por adotar rotinas de investimento e pessoal ocupado em P&D extremamente expressivas. A interação com os clientes e as redes de informação são importantes fontes de conhecimento, aliada ao esforço de buscar o acúmulo de conhecimento por meio de fontes internas de aprendizado. Além disso, demonstram significativa capacidade de implementar novos produtos e processos tanto no mercado nacional quanto no internacional. Portanto, infere-se que essas atividades desempenham papel relevante como fontes de inovação no contexto do sistema de inovação brasileiro.

Apesar de uma conjuntura marcada por estagnação econômica e retração nos investimentos empresariais em inovação, o grupo SIC revelou resiliência em diversos indicadores ao longo do período analisado. Apesar de redução relativa no número de empresas que inovam, os SIC demonstraram estabilidade nos dispêndios em atividades inovativas e ampliou o gasto médio em P&D. Por outro lado, embora os resultados indiquem crescimento na implementação de inovações radicais, a trajetória tecnológica apresentou dinâmica de involução na transformação dos esforços inovativos em aprofundamentos comerciais e organizacionais.

A respeito da análise comparativa intersetorial, os resultados indicam que as atividades SIC apresentam maior intensidade inovativa, espectro mais diversificado de tipos de inovação e enfrentam menos obstáculos para inovar em comparação aos grupos setoriais de manufaturas mais tecnológicas (MEC e MIE). O grupo SIC destaca-se também por desempenho superior em resultados inovativos, aproximando-se do grupo MEC em sua capacidade de gerar inovações radicais, especialmente no desenvolvimento de novos produtos. Em contrapartida, as manufaturas avançadas apresentam uma inserção mais consolidada no sistema de inovação, caracterizada pela maior relevância de componentes de atividades inovativas e fontes de informação externas às empresas em comparação ao grupo SIC.

A análise intrasetorial revela significativa heterogeneidade nas estratégias inovativas entre os diversos segmentos que compõem o grupo SIC. O setor de ‘Arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas’ evidencia padrões de inovação menos intensivos em P&D interna, com foco maior em inovações de processo e organizacionais, e uma dependência mais significativa de fontes externas de informação, em comparação com outros setores do grupo. Já as atividades de ‘Serviços de tecnologia da informação’ e ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outros’ apresentam similaridades nos padrões de inovação, embora o segundo demonstre trajetórias e resultados inovativos mais dinâmicos, evidenciando maiores oportunidades tecnológicas. Por sua vez, o segmento de ‘Pesquisa e desenvolvimento’, devido a suas especificidades, constitui-se como *outlier* nas diferentes dimensões analisadas.

Este capítulo contribui para a literatura ao oferecer uma análise comparativa e abrangente dos esforços inovativos, padrões de inovação e trajetórias tecnológicas dos SIC no Brasil. A partir da compreensão dessas configurações inovativas no período recente, duas questões centrais merecem investigação: i) as causas da menor interação das atividades SIC com os diferentes agentes do sistema de inovação brasileiro, sobretudo os serviços relacionados à tecnologia da informação, dados e internet; e ii) os fatores econômicos e tecnológicos que explicam a ausência de um desenvolvimento dinâmico das trajetórias tecnológicas, especialmente nos setores que ampliaram os esforços inovativos ao longo do período. Estudos futuros poderão abordar essas questões e subsidiar políticas de inovação mais eficazes para o Brasil.

4. SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E A INTERDEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA SETORIAL NO BRASIL

Introdução

Conforme discutido na seção 2.1, os efeitos de uma inovação podem gerar transformações significativas em um sistema produtivo, uma vez que novas tecnologias criam oportunidades econômicas que se difundem entre setores de maneira estruturada (Rosenberg, 2006). Nesse contexto, a difusão da inovação resulta da interdependência entre os setores que desenvolvem e ofertam novas tecnologias e aqueles que as absorvem em seus processos produtivos. Assim, a difusão tecnológica ocorre tanto pela oferta, quando os avanços científicos e técnicos transbordam para outros setores, quanto pela demanda, à medida que a estrutura produtiva direciona e viabiliza a incorporação dessas inovações (Dosi, 2006).

Considerando que a evolução tecnológica em um setor da economia está cada vez mais interligada à dinâmica tecnológica de outros setores (Rosenberg, 2006), e com base na abordagem integracionista, que enfatiza a importância de examinar as inovações nos serviços com as interações em toda a estrutura produtiva (Drejer, 2004), este capítulo incorpora dados sobre esforços inovativos em modelos de fluxos setoriais verticalmente integrados (Pasinetti, 1981). Assim, avalia-se a interdependência tecnológica entre setores produtores e usuários de tecnologia por meio da estimativa de matrizes de fluxos tecnológicos para a economia brasileira.

O principal objetivo deste capítulo é analisar empiricamente a importância das atividades de SIC para o sistema de inovação brasileiro nos triênios 2011, 2014 e 2017. Baseado na combinação de dados de esforço inovativo da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), explorados no capítulo 3, e matrizes insumo-produto com fluxos nacionais da economia brasileira (IBGE, 2018; Passoni; Freitas, 2020), o trabalho propõe a criação de indicadores para avaliar medidas de transbordamento e absorção de inovação. Além disso, aplica-se o método de Extração Hipotética para mensurar a interdependência tecnológica entre os SIC e os diversos setores econômicos.

A principal questão a ser respondida neste capítulo é: se, em que medida e como as atividades SIC são difusores de inovação na estrutura produtiva brasileira? Desse contexto emerge três hipóteses a serem confirmadas: i) além de inovar, os SIC possuem a capacidade de

realizar transbordamentos de inovação para estrutura produtiva, semelhantes aos das manufaturas avançadas, mas com uma capacidade de absorção inferior (Mas-Verdú et al., 2011); ii) a inovação nos setores SIC tem contribuído de forma crescente para a difusão tecnológica no sistema de inovação (Criaci; Montresor; Palma, 2015); iii) a interdependência tecnológica das atividades SIC são mais proeminentes com manufaturados mais intensivos em tecnologia (Evangelista; Lucchese; Meliciani, 2013). Por conseguinte, essa pesquisa busca preencher lacunas na literatura ao buscar melhor compreender as interdependências tecnológicas dos Serviços Intensivos em Conhecimento em uma economia em desenvolvimento (Brasil).

Para tanto, além dessa introdução, o capítulo está estruturado em mais três seções. Na seção subsequente é realizada uma revisão da literatura sobre os serviços intensivos em conhecimento no contexto da análise de fluxos setoriais de inovação. Na seção 3.2 são demonstrados os procedimentos metodológicos baseados no modelo insumo-produto e apresentadas as bases de dados primárias e secundárias utilizadas. Na seção 3.3 são realizadas análises dos resultados dos indicadores de transbordamentos e absorção, bem como dos efeitos totais e intersetoriais gerados pela extração hipotética, além da discussão dos resultados à luz das conclusões apresentadas pela literatura. Por fim, são tecidas as considerações finais do capítulo.

4.1. Revisão da literatura empírica sobre interdependência tecnológica setorial

Conforme apresentado na seção 2.2, abordagens teóricas iniciais buscaram integrar o enfoque estrutural do modelo insumo-produto com as dinâmicas de mudança tecnológica na economia da inovação visando analisar a interdependência tecnológica (Schmookler, 1966; Carter, 1970). Não obstante, os trabalhos empíricos de Terleckyi (1980) e Scherer (1982) foram os pioneiros em estimar os fluxos setoriais de inovação combinando informações estatísticas sobre gastos em P&D com matrizes insumo-produto.

Desde então, inúmeros estudos têm se valido do modelo insumo-produto associado a dados de inovação – combinado a outras metodologias – para aprofundar a compreensão sobre: os efeitos da difusão tecnológica para o aumento da produtividade (Sakurai; Papaconstantinou; Ioannidis, 1997; Lee, 2019); a importância dos fluxos de P&D entre insumos domésticos e internacionais (Papaconstantinou; Sakurai; Wyckoff, 1998; Ayrest et al., 2023); os setores que demonstram maiores externalidades dos gastos em inovação (Dietzenbacher; Los, 2002; Taalbi, 2020); as diferenças dos clusters de inovação e sistemas produtivos entre países (Montresor;

Marzetti, 2008; Fusilo; Montessor; Marzetti, 2021); e as transferências de conhecimento entre setores tecnológicos (Hauknes; Knell, 2009; Shi; Wu, 2019).

Entretanto, a predominância da literatura concentra-se na investigação dos fluxos tecnológicos em países desenvolvidos sob a perspectiva de setores manufatureiros. Isso ocorre em detrimento de pesquisas orientadas para serviços sofisticados por meio de desagregações mais amplas dos setores de serviços e, em particular, direcionadas a análises de estruturas produtivas de países em desenvolvimento. Não obstante, diante da crescente importância e interesse nas atividades SIC e seus possíveis efeitos benéficos sobre produtividade e inovação, diversos estudos buscaram analisar a interdependência tecnológica entre os serviços intensivos em conhecimento e a estrutura produtiva, com base em métodos análogos aos aplicados por Terleckyi (1980) e Scherer (1982).

Esses trabalhos podem ser categorizados em três abordagens analíticas distintas: i) investigação dos padrões de inovação dos SIC e da importância de seus fluxos tecnológicos na estrutura produtiva em comparação com outros setores, principalmente os manufatureiros (Hauknes; Knell, 2009); ii) análise das diferenças nas interdependências tecnológicas e na estrutura dos fluxos tecnológicos dos SIC entre diferentes economias (Rodriguez; Camacho, 2008); iii) e a avaliação do impacto dos fluxos de inovação dos SIC sobre a produção, produtividade e capacidade inovativa dos setores manufatureiros (Baker, 2007).

Embora o presente estudo se alinhe à análise empregada por Hauknes e Knell (2009), a continuidade desta seção apresenta uma revisão da literatura empírica recente de fluxos setoriais de inovação que lançaram luz sobre a interdependência tecnológica entre SIC e a estrutura produtiva. Além disso, são apresentados os únicos estudos dessa literatura direcionados ao contexto brasileiro.

Sob a perspectiva da primeira abordagem, Mas-Verdú et al. (2011), por meio da estimação de fluxos tecnológicos, procuram identificar a contribuição dos SIC para a geração e absorção de inovação na economia da Espanha. Os autores utilizam bases de dados de inovação tecnológica da Espanha e da Europa, para o ano de 2006, associadas às matrizes insumo-produto e de investimento com transações domésticas e externas do país. Ao agregar a estrutura produtiva em quatro grupos (SIC, Manufaturados, Outros serviços e Outras atividades), os autores indicam interesse central em como os resultados dos padrões de inovação dos SIC se diferem dos Manufaturados.

Os resultados do artigo demonstram os SIC como o setor mais intensivo em inovação em relação ao valor bruto de produção (7,3%) e a segunda posição quando os esforços de inovação são medidos em relação ao valor adicionado (12,7%), valores superior e próximo aos da indústria transformadora (3,6% e 13%, respectivamente). Com relação à intensidade da contribuição dos SIC para o esforço de inovação na economia espanhola, 29,4% da inovação direta gerada e 8% da inovação indireta incorporada no sistema é realizada pelos SIC. A contribuição do setor manufatureiro para a geração total de inovação é semelhante à estimada para os SIC (30,8%), porém sua capacidade de absorção é muito maior, atingindo 36,5% do sistema (Mas-Verdú et al., 2011).

Ao analisar a contribuição de cada setor para a inovação absorvida pelo resto da economia, Mas-Verdú et al. (2011) indica que 25,4% da inovação incorporada é transbordada pelos SIC e 45,3% pelos manufaturados. Porém, a contribuição dos manufaturados é canalizada principalmente através da sua capacidade de absorção e em grande parte através de insumos importados, enquanto os SIC destacam-se pela geração de inovação e por se basearem principalmente em insumos nacionais da economia espanhola.

Por sua vez, Rodriguez (2013) buscou compreender e comparar o papel da dos SIC como difusor de P&D entre os países desenvolvidos e emergentes da Europa. Com base em matrizes insumo-produto domésticas e dados da *Analytical Business Enterprise Research and Development* (ANBERD) para o período 2000-2005, avaliou o P&D dos SIC incorporado na estrutura produtiva de 19 países europeus. O trabalho apresenta quatro conclusões: i) em quase todos os países, a participação dos SIC no consumo intermediário total cresceu no período considerado; ii) o consumo intermediário nacional representaram mais de 75% do total; iii) diversos países (Áustria, República Tcheca, Finlândia, Irlanda, Espanha e Suécia) apresentaram intensidade de P&D alta das atividades SIC (superior a 2,5%), com valores próximos ou superiores às intensidades observadas nos manufaturados; iv) elevada correspondência entre a intensidade de P&D e a difusão tecnológica difundida para estrutura produtiva, ou seja, os SIC dos países listados são altos difusores de tecnologia por possuírem as maiores intensidades de P&D.

O estudo de Evangelista, Lucchese e Meliciani (2013) procura avaliar o impacto econômico dos serviços empresariais (*Business Services* - BS) nos setores clientes de cinco países europeus (Alemanha, Espanha, França, Itália e Reino Unido), por meio da combinação de dados de dispêndios em inovação do EUROSTAT-CIS com a tabelas Insumo-Produto da OCDE, além de realizarem estimação econométrica (OLS). Os resultados demonstram que as

atividades BS mais inovadoras estão na Alemanha, seguido pela França e Reino Unido, sendo que na França, Itália e Espanha a intensidade de inovação do setor BS é superior a observada no setor de manufatura.

Com relação aos resultados de interação com outros setores, os setores de serviços apresentaram utilização maior de insumos BS do que os setores de manufatura. Os insumos BS no setor de serviços correspondem (em média para os cinco países) por 8,4% da produção total e 18,8% do total de insumos intermediários, enquanto para o setor de manufatura são 5,8% e 8,6%, respectivamente. Além disso, a intensidade dos BS é maior em manufaturados mais intensivos em tecnologia, como as manufaturas baseadas em ciência e fornecedoras especializadas. Por fim, os resultados das regressões econométricas demonstram que os setores BS possuem impacto positivo e significativo na produção de inovação e no crescimento do valor adicionado dos setores clientes (Evangelista; Lucchese; Meliciani, 2013).

O trabalho de Criaci, Montresor e Palma (2015), assim como o estudo de Evangelista, Lucchese e Meliciani (2013), examina em que medida a produção de inovação pelas atividades SIC impactam os setores industriais na sua capacidade de inovação. Para tanto, a amostra utilizada compreende as quatro maiores economias da Europa (Alemanha, França, Itália e Reino Unido) no período de 1995 a 2005. Além da utilização do modelo insumo-produto e das bases dados de inovação quantitativas (esforço em P&D e patentes depositadas) e qualitativas (qualidade de patentes) europeias, o trabalho realiza regressões em painel com efeitos fixos.

O estudo demonstra que, comparando entre os países analisados, na Itália e na Alemanha quase todos os 18 setores de manufatura considerados aumentaram os pontos percentuais do total de P&D incorporado adquirido de SIC entre 1995 e 2005, enquanto a França apresentou resultados estáveis e o Reino Unido decrescentes. Além disso, a hipótese de que a ampliação de P&D que os setores de manufatura adquirem de SIC por meio de sua integração vertical gera maior desempenho inovador, é confirmada: um aumento de 1% da variável explicativa leva a um aumento de 0,19% na variável dependente (Criaci; Montresor; Palma, 2015).

O artigo de Gonçalves e Ferreira Neto (2016), primeiro trabalho a orientar a análise de fluxos tecnológicos para países emergentes, avaliou a produção e difusão de tecnologia das economias do Brasil, China, Federação Russa e África do Sul. Para tanto, os autores utilizaram matrizes insumo-produto da OCDE e dados de P&D da ANBERD para os anos de 2000 e

2005.³⁰ Ademais, o trabalho analisa os setores com base na taxonomia de Pavitt (1984) com algumas modificações e, desse modo, busca analisar as atividades SIC (e correlatas) de maneira desagregada.

Os resultados dos autores apontam que os SIC se comportam como grandes fornecedores de tecnologia para as estruturas produtivas do Brasil e na Federação Russa, mas se comporta de maneira diferente na China e na África do Sul. No caso do Brasil os SIC demonstraram ser as atividades mais difusoras de tecnologia, seguidos pelos setores de Energia. Já a Rússia apresentou resultados análogos aos do Brasil no caso das atividades SIC, porém as manufaturas intensivas em escala e baseadas em ciência também apresentaram relevância. Na China, apesar das atividades SIC apresentarem relevância como difusor de tecnologia, os setores de manufaturados se destacam (especialmente os baseados em ciência). Por fim, a África do Sul apresentou-se como o país com pior posicionamento tecnológico do grupo, sendo o setor de energia o único a apresentar transbordamento líquido de tecnologia (Gonçalves; Ferreira Neto, 2016).

Especificamente em relação à economia brasileira, Silva (2018) estimou fluxos tecnológicos setoriais para o período de 2000 a 2011, com base na base de dados da PINTEC e nas matrizes insumo-produto estimadas por Passoni e Freitas (2017). Apesar de concentrar a análise no setor manufatureiro, Silva (2018) apresenta que no ano de 2011 as atividades SIC já eram caracterizadas por possuírem fontes mais internas de inovação, com altas taxas de P&D absorvido intrasetorial, mas com as menores taxas de P&D absorvido intersetorial. Porém o transbordamento da inovação dos serviços se restringia a outros serviços, sem ligações relevantes com os setores industriais brasileiros. Além disso, o estudo confirma a hipótese de que os fluxos tecnológicos impactam o crescimento da produtividade, sendo os fluxos intersetoriais de inovação mais importantes do que os esforços tecnológicos próprios para o crescimento da produtividade dos setores industriais brasileiros.

Além de concentrar em análises de setores tradicionais e países desenvolvidos, os trabalhos apresentados possuem limitações específicas na investigação dos SIC, devido a lacunas nos dados disponíveis. A primeira (e evidente) concerne aos períodos longínquos das análises, especialmente se considerados em termos da rápida evolução das tecnologias

³⁰ No caso brasileiro, os autores utilizaram a PINTEC versão 2011, pois o país não está incluído na base de dados ANBERD e apenas nessa versão as atividades SIC foram contempladas. Deve-se destacar que a utilização de dados de inovação em anos diferentes dos dados dos demais países analisados e em período distinto das matrizes insumo-produto utilizadas podem gerar resultados inconsistentes.

relevantes aos SIC nos últimos anos. A segunda limitação, destacada por Criaci, Montresor e Palma (2015), refere-se à agregação de ‘Outras atividades comerciais’ (Atividades imobiliárias, Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos, Atividades administrativas e complementares e Atividades de vigilância, segurança e investigação) com os segmentos SIC. Estas atividades possuem pouco ou nenhum esforço tecnológico e, em geral, não empregam trabalho qualificado, mas nas matrizes insumo-produto podem apresentar valores não negligenciáveis e, nesse sentido, podem gerar resultados de fluxos tecnológicos imprecisos

4.2. Aspectos metodológicos

Em razão do presente capítulo concentrar-se na estimação de matrizes de fluxos setoriais de inovação brasileiras, a seção inicia com a apresentação do modelo insumo-produto e os procedimentos para a elaboração de fluxos tecnológicos, tanto para análises em termos nominais como em estrutura padrão. Ademais, são demonstrados os procedimentos algébricos para a aplicação do método de Extração Hipotética nas matrizes estimadas. Por fim, são descritas as bases de dados utilizadas nas estimações, bem como as adequações necessárias para a aplicação da estratégia metodológica.

Antes de avançar nos aspectos metodológicos, convém ressaltar que a classificação setorial adotada segue a taxonomia proposta por Castellacci (2008), que categoriza os setores em cinco grandes grupos: Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF), Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC), Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR) e Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC). Além desses, também são considerados os setores da Indústria Extrativa (IEX) e de Eletricidade e Gás (ELG), também avaliados pela PINTEC.

Os grupos setoriais mencionados desempenham um papel ativo na inovação, promovendo transbordamentos tecnológicos entre diferentes setores, além de absorverem inovações de outros setores. No entanto, as análises empregadas também incluem setores cuja dinâmica se restringe à absorção de inovação: Construção civil; Serviços de infraestrutura física (SIF); Outras atividades de serviços; Administração pública e outros serviços pessoais e sociais. A estrutura detalhada dessa classificação pode ser consultada no Quadro E, presente no Apêndice, que apresenta a descrição das 67 atividades analisadas, as 37 classificações setoriais e sua agregação em 12 grupos setoriais.

4.2.1. O modelo insumo-produto

No final dos anos 1920, Leontief propôs um modelo de análise das relações intersetoriais para a economia norte-americana, mais conhecido como insumo-produto.³¹ Como mencionado na seção 2.2, a metodologia insumo-produto permite conhecer a estrutura das interações entre os setores da economia. As matrizes insumo-produto descrevem os fluxos de bens e serviços em termos monetários para um determinado período de tempo e possibilita ver de forma mais ampla a economia, pois permitem identificar os valores adicionados dos setores compradores e vendedores da economia (Miller; Blair, 2009).

Por meio dos fluxos de valores monetários, representados pela matriz de consumo intermediário e produção de cada setor, é possível obter uma matriz de coeficientes técnicos. O ponto de partida para encontrar a matriz inversa de Leontief, ou a matriz de impactos diretos e indiretos, é considerar que através da matriz intersetorial é possível calcular a matriz de coeficientes técnicos (A), apresentada na equação 2 (Miller; Blair, 2009).

No modelo insumo-produto, conforme Miller e Blair (2009), considera-se o consumo intermediário de cada setor (x_{ij}) dividido pelo valor da produção do respectivo setor (X_j), resultando no coeficiente técnico (a_{ij}) (equação 1). Em outras palavras, reflete a necessidade de insumo do setor j pelo setor i para atender uma demanda final pelo setor j, conforme modelo fechado de A representado em (2).

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (1)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

O valor bruto da produção (X_j) é resultante do somatório do consumo intermediário mais a demanda final (3), de modo que temos o vetor da demanda final pela ótica da oferta (4).

$$X_j = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad Y_i = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

³¹ Leontief introduziu a noção da economia como sistemas interdependentes em um fluxo circular na obra *The economy as a circular flow* no ano de 1928, porém o modelo de insumo-produto foi formalizado apenas no trabalho *The structure of American economy* em 1941 (Leontief, 1991).

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + Y_i \text{ ou } X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot X_j + Y_i \quad (4)$$

Pela ótica da demanda (5), o valor bruto da produção (X_j) leva em consideração o consumo intermediário utilizado pelo setor (x_{ij}), importação (I_j), impostos líquidos de subsídios (ILL_j) e o valor adicionado bruto (VAB_j):

$$X_j = \sum_{i=0}^n x_{ij} + I_j + ILL_j + VAB_j \quad (5)$$

Portanto, o modelo de insumo-produto pode ser representado de forma matricial pela expressão (6):

$$(I - A)X = Y \quad (6)$$

sendo: I - representa uma matriz de identidade $n \times n$; A é a matriz de coeficientes técnicos (a_{ij}); X é o vetor do valor bruto da produção (VBP); Y o vetor de demanda final.

Por meio da matriz de coeficientes técnicos são conhecidas as relações diretas entre os setores, ou seja, é possível calcular os efeitos diretos a partir do aumento da demanda final. Entretanto, para encontrar tanto os efeitos diretos como os indiretos, é necessário calcular a matriz inversa de Leontief. De (6) obtém-se:

$$X = L \times Y \quad (7)$$

onde $L = (I - A)^{-1}$ é a inversa de Leontief ou matriz de efeitos diretos e indiretos.

Conforme destaca Miller e Blair (2009), o modelo insumo-produto possui hipóteses simplificadoras que fundamentam sua estrutura estática: i) rendimentos constantes de escala, pressupõe que os coeficientes técnicos permanecem estáveis independentemente do nível de produção, ou seja, a tecnologia utilizada e a eficiência na produção não sofrem alterações conforme a escala da produção é modificada; ii) homogeneidade, na qual cada produto ou grupo de produtos é originado por uma única atividade econômica, empregando uma tecnologia específica para produzir um produto representativo; iii) proporcionalidade, implica que os insumos consumidos por cada atividade econômica são proporcionais ao nível de produção dessa atividade, ou seja, a quantidade de insumos necessários para produzir uma unidade de produto em uma atividade específica é diretamente proporcional à quantidade total de produtos dessa atividade.

4.2.2. A matriz de fluxos tecnológicos: estrutura nominal

Conforme discutido na seção 2.2, após a seminal exposição de Schmookler (1966) sobre as características de uma matriz hipotética de fluxos tecnológicos, trabalhos empíricos subsequentes desenvolveram quatro abordagens distintas para identificar setores que são fontes e destinatários de tecnologia: i) utilizando a estrutura de matrizes insumo-produto (Terleckyi, 1980) e a aplicação dos conceitos de setores verticalmente integrados (Momigliano; Siniscalco, 1982); ii) empregando dados de patentes para identificar inovações originárias de um setor e prováveis setores usuários (Scherer, 1982); iii) a criação de um balanço tecnológico de pagamentos, com base nas transferências de tecnologias comerciais entre empresas e setores de diferentes países (Madeuf, 1984); iv) e o acompanhamento direto das inovações de empresas e setores específicos (Hansen, 1986).

Nesse contexto, conforme Archibugi (1988), a metodologia mais utilizada para compreender a interdependência tecnológica e analisar fluxos tecnológicos são baseados no modelo insumo-produto, por meio de construção de matrizes que representam fluxos de gastos em P&D e outras atividades inovativas incorporados nas compras e vendas de bens de consumo intermediário. Em razão do presente capítulo concentrar-se em análises de interdependências tecnológicas setoriais fundamentadas no modelo insumo-produto, serão explorados especificamente os aspectos metodológicos para a mensuração de fluxos tecnológicos, a elaboração de índices de absorção e transferência tecnológica, bem como a identificação de setores que são importantes ofertantes e demandantes de tecnologia.

A metodologia, análoga ao método aplicado pelos trabalhos de Terleckyi (1980) e Scherer (1982), a construção de uma matriz de fluxos de P&D incorporado em bens e serviços parte da matriz de Leontief (equação 6). Para tanto deve-se: i) primeiro pré-multiplicar a matriz diagonal composta pelos coeficientes de gastos em P&D setorial ($\hat{r}$) com a inversa da matriz diagonal do vetor do valor bruto da produção ($\hat{x}^{-1}$); ii) posteriormente, multiplica-se a matriz de Leontief (L) e a matriz diagonal do vetor da demanda final ($\hat{y}$). A notação matricial pode ser expressa pela multiplicação dessas duas pré-multiplicações, conforme equação (8):

$$H_n = \hat{r}\hat{x}^{-1}L\hat{y} \quad (8)$$

Onde o termo ($\hat{r}\hat{x}^{-1} = \frac{r_j}{x_j}$) representa a intensidade do gasto em P&D do setor j . Já a multiplicação entre as matrizes de Leontief (L) e o vetor da demanda final ($\hat{y}$) resulta na matriz que formam os subsistemas do setor j , ou seja, as atividades utilizadas diretamente e indiretamente para satisfazer a demanda final de um produto j . De forma análoga ao trabalho

de Pasinetti (1981), no lugar de analisar a quantidade de trabalho incorporado em todo o processo de produção de um determinado produto, a matriz H_n corresponde à distribuição dos gastos em P&D (ou outras atividades inovativas) incorporados às transações intermediárias entre os setores produtivos.

Dessa forma, a matriz H_n corresponde aos fluxos tecnológicos de P&D entre bens e serviços, considerada como matriz de ‘estrutura nominal’, pois esta incorpora a estrutura fornecida pela demanda final nominal ($\hat{y}$) das matrizes de insumo-produto. Na matriz H_n são apresentados os valores monetários sobre os gastos em P&D de um setor i absorvidos de um setor j (h_{ij}) ou, sob outra perspectiva, o P&D do setor j transbordado para o setor i . A soma das células de cada i linha representa o total de P&D absorvido por cada setor i . Já a soma das células de cada j coluna representaria o total de P&D transbordado por cada setor j .

Os valores da diagonal principal de cada setor, obtém-se o P&D intrasetorial (absorvido ou transbordado). Ao somar a coluna de um setor (i) e extrair o valor da diagonal principal, alcança-se o P&D absorvido intersetorial pelo setor i e, por outro lado, ao somar a linha de um setor (j) e extrair o valor da diagonal principal, obtemos o valor do P&D transbordado intersetorial. Dividindo o P&D total absorvido pelo P&D total transbordado, obtém-se a taxa de absorção de cada setor. Já, ao realizar a diferença entre o P&D total transbordado e o P&D total absorvido, chegamos ao valor (em unidade monetária) do Transbordamento Líquido de P&D de cada setor. Resumidamente teremos:

- a) $\sum_i h_{ij}$: total de P&D absorvido pelo setor i (soma da coluna);
- b) $\sum_j h_{ij}$: total de P&D transbordado pelo setor j (soma da linha);
- c) h^1_{ij} : P&D absorvido pelo próprio setor – intrasetorial (valor da diagonal principal);
- d) $\sum_i h_{ij} - h^1_{ij}$: total de P&D absorvido intersetorialmente pelo setor i (soma da coluna menos o valor da diagonal principal);
- e) $\sum_j h_{ij} - h^1_{ij}$: total de P&D transbordado intersetorialmente pelo setor j (soma da linha menos o valor da diagonal principal);
- f) $\sum_i h_{ij} \div \sum_j h_{ij}$: taxa de P&D absorvido pelo setor ij (se > 1 o setor mais absorve P&D de outros setores do que transborda para outros setores, ou seja, é um setor tecnologicamente dependente de P&D fornecidos por outros setores);

- g) $\sum_j h_{ij} - \sum_i h_{ij}$: valor (em unidade monetária) do transbordamento líquido de P&D do setor ij (se positivo o setor realiza transbordamento de P&D para os demais setores maior que a absorção de P&D de obtida de outros setores; se negativo o setor é considerado tecnologicamente dependente, ou seja, setores com baixo grau de P&D realizado internamente, mas que adquirem tecnologia de setores fornecedores).

Logo, as interpretações dos fluxos tecnológicos podem ser realizadas sob a ótica da demanda de P&D de um setor (ou grupo setorial) absorvido do P&D produzido pelo conjunto da economia; como também sob a ótica da oferta de P&D de um setor (ou grupo setorial) transbordado para o conjunto de setores da economia.

Por fim, deve-se ressaltar algumas limitações e hipóteses dessa proposta metodológica:

- i. A análise concentra-se em fluxos tecnológicos por meio do consumo intermediário entre setores, porém há também a existência de fluxos tecnológicos de investimentos (Formação bruta de capital fixo) transacionados entre os setores econômicos (Miguez, 2016); ³²
- ii. Considera que todos os gastos em P&D e outras atividades inovativas são incorporados em bens de consumo intermediário, desconsiderando qualquer outro modo de transferência de conhecimento (Dietzenbacher; Los, 2002);
- iii. A incorporação do gasto em P&D e outras atividades inovativas de um setor por outro é assumida como completa e instantânea, ou seja, não considera que o esforço de P&D ou outras atividades inovativas possam não ser concretizados (Marengo; Sterlacchini, 1990);
- iv. O modelo não prevê que a diversificação tecnológica pode ser maior e diversamente distribuída do que a classificação da análise de insumo-produto, ou seja, as empresas inovadoras são organizadas e classificadas segundo a atividade econômica principal, mas setores econômicos secundários podem estar envolvidos em atividades de P&D (Silva, 2017).

Tais limitações estão diretamente associados a difícil mensuração de formas menos observáveis de transferência tecnológica, como o transbordamento do conhecimento não

³² As matrizes de absorção de investimentos não foram incluídas nas análises devido à inexistência de matrizes de fluxos de investimentos com uma desagregação compatível à utilizada no presente capítulo, ver mais em Miguez (2016).

incorporado nas transações de bens e serviços (Griliches, 1979). Desse modo, o modelo negligencia a difusão do conhecimento tácito, como ideias, rotinas e habilidades, e arranjos cooperativos para inovação (Marengo; Sterlacchini, 1990; Dietzenbacher; Los, 2002). Portanto, os fluxos tecnológicos analisados nesse capítulo restringem-se aos gastos em P&D e outras atividades inovativas incorporados em produtos e serviços transacionados entre os setores de uma economia.

4.2.3. *Análise de encadeamento: estrutura padrão*

Os indicadores de encadeamento de Hirschman-Rasmussen, *backward linkages* (BL) e *forward linkages* (FL), são utilizados para analisar as ligações para trás (BL) e para frente (FL) ao longo da cadeia produtiva. Em outros termos, a metodologia procura identificar setores-chave de uma economia, que seriam aqueles que apresentassem maiores encadeamentos para trás e para frente, dando maior poder de dinamismo em uma estrutura produtiva.

A matriz inversa de Leontief (L) é a base para o cálculo do BL e FL quando se trata do VBP. Diferentemente da matriz de “estrutura nominal”, pode-se omitir o vetor da demanda final ($\hat{y}$) da equação 8, resultando em (9):

$$H_p = \hat{r}\hat{x}^{-1}L \quad (9)$$

Desse modo, a matriz de fluxos tecnológicos H_p apresenta a proporção da intensidade do gasto em P&D sobre os coeficientes técnicos diretos e indiretos da matriz L , ou seja, relações puramente tecnológicas do gasto em P&D incorporado em bens e serviços entre os setores econômicos. A matriz H_p não depende da estrutura da demanda final da economia e, assim sendo, é denominada como uma matriz de ‘estrutura padrão’.

A matriz de estrutura padrão possui a característica de analisar as ligações setoriais em proporções ditadas pelos coeficientes técnicos das matrizes, sem a necessidade de apresentar valores monetários sobre os gastos em P&D representado pela matriz H_n . Com a matriz de fluxos tecnológicos H_p , as análises tradicionais de BL e FL, demonstradas a seguir, também podem ser interpretadas do ponto de vista da interdependência tecnológica setorial, ou seja, de setores com maiores encadeamentos do ponto de vista do transbordamento e da absorção de P&D incorporado nos bens e serviços transacionados.

Na análise tradicional, primeiramente, o BL é dado pela soma das colunas da matriz L . Nesse procedimento mensura-se o impacto da variação em uma unidade na demanda final

do setor j sobre toda a economia, ou seja, a produção de todos os setores da economia que é necessária para satisfazer uma unidade da demanda final do setor j (Miller; Blair, 2009).

$$BL_j = \sum_i L_{ij} \quad (10)$$

Para calcular o FL, adota-se um procedimento análogo, no lugar da soma das colunas da matriz L , realiza-se soma das linhas, tal como demonstrado abaixo (Miller; Blair, 2009). Neste caso, os efeitos de FL implicam o aumento da produção de um setor i dada a variação de uma unidade monetária da demanda final de todos os setores de uma economia.

$$FL_i = \sum_j L_{ij} \quad (11)$$

Os indicadores BL e FL apresentam elevada sensibilidade em relação a número de atividades, de modo que não permitem a comparação de matrizes de dimensões diferentes. Para tanto, divide-se BL e FL por n , em que n é o número de setores presentes na matriz, ou seja, é necessário encontrar a média por coluna e por linha utilizando as equações do BL e FL (Miller; Blair, 2009):

$$\overline{BL}_j = \frac{\sum_i L_{ij}}{n} \quad (12)$$

$$\overline{FL}_i = \frac{\sum_j L_{ij}}{n} \quad (13)$$

A normalização de BL e FL para permitir a comparação dos indicadores entre atividades também pode ser obtida a partir da divisão de suas médias pelo somatório das linhas e colunas da matriz L , multiplicada pelo inverso do número de setores elevado ao quadrado, ou simplesmente, dividindo-se o $\overline{BL}_j$ e $\overline{FL}_i$ pela média dos multiplicadores de produção (MP). Desse modo, temos que:

$$BL_j = \frac{\frac{\sum_i L_{ij}}{n}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j L_{ij}} \rightarrow BL_j = \frac{\sum_i L_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_i \sum_j L_{ij}} \quad \text{ou} \quad BL_j = \frac{\overline{BL}_j}{\overline{MP} - 1} \quad (14)$$

$$FL_i = \frac{\frac{\sum_j L_{ij}}{n}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j L_{ij}} \rightarrow FL_i = \frac{\sum_j L_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_i \sum_j L_{ij}} \quad \text{ou} \quad FL_i = \frac{\overline{FL}_i}{\overline{MP} - 1} \quad (15)$$

A equação 14 representa o impacto que um choque na demanda final pelo setor j teria sobre os fornecedores. Um $BL_j > 1$ indica que a indústria tem impactos acima da média sobre todos os setores como demandante, destacando-se como um setor estratégico. Por outro lado, um $BL_j < 1$ sinaliza a situação de um setor sem influência sobre os setores, portanto, não estratégica. Essa medida está relacionada a importância de um setor como demandante insumos da economia, em comparação com os demais (Miller; Blair, 2009).

Já a equação 15, mensura a sensibilidade do setor i quando há um choque na demanda final de todas as atividades. Quando o $FL_i > 1$ o setor i tende a crescer o produto acima das demais industriais diante de um estímulo na demanda final total; caso contrário, $FL_i < 1$, o setor i crescerá menos que os demais setores diante do mesmo choque (Miller; Blair, 2009). Nesse caso, o indicador revela em que medida um setor, em comparação com os outros, possui seus insumos ofertados para as demais atividades da estrutura produtiva.

A metodologia aplicada para mensurar os efeitos de BL e FL em fluxos tecnológicos, ou seja, setores com maiores encadeamentos do ponto de vista da absorção e do transbordamento de P&D incorporado nos produtos comercializados, é apresentado por Dietzenbacher e Los (2002). Assim sendo, as operações das equações 10, 11, 12, 13, 14 e 15 são aplicadas na matriz de fluxos tecnológicos de estrutura-padrão H_p no lugar da matriz L . No primeiro caso, o indicador BL reflete em que medida um setor demanda P&D e outras atividades inovativas incorporados nos insumos de produção da economia. Por outro lado, o indicador FL indica a intensidade de P&D ou atividades inovativas de um setor incorporados nos bens intermediários da economia.

Deve-se destacar, conforme já mencionado na seção anterior, que os canais de transbordamento e absorção de P&D e outras atividades inovativas em uma economia são significativamente mais amplos e complexos do que a simples comercialização de insumos intermediários e bens finais entre setores (Dietzenbacher e Los, 2002). Desse modo, deve-se considerar a hipótese de ao aumentar a produção em alguma proporção, os gastos em P&D e outras atividades inovativas também aumentarão na mesma proporção. Posto isso, apesar de Freeman (1973) salientar que a hipótese é razoável, visto que as empresas apresentam rotinas de gastos em esforços inovativos em relação a variáveis ligadas ao nível de produção, são indicadores que devem ser interpretados com parcimônia.

4.2.4. Extração hipotética

Deriva-se também, com base no modelo insumo-produto de Leontief, outras metodologias para a análise da interdependência de setores econômicos, como o Método de Extração Hipotética. Desde o método original desenvolvido em 1968 por Strasser, as aplicações empíricas da abordagem de extração hipotética têm focado principalmente nas relações setoriais (Dietzenbacher; Van der Linden, 1997).

Conforme Cella (1986), a partir do aperfeiçoamento da metodologia, é possível distinguir as ligações totais em ligações para trás e para frente, inspirado na noção de *linkages* abordados na seção anterior. Para tanto, necessita-se isolar um dos n segmentos ou setores presentes nas linhas ou colunas da matriz insumo-produto e, assim, calcular a matriz de Leontief e aferir o efeito desse isolamento sobre o produto e a demanda dos demais segmentos da economia.

O Método de Extração Hipotética (MEH, em inglês *hypothetical extraction method* (HEM)) busca identificar quanto os setores econômicos são impactados por outros segmentos, caracterizando as ligações setoriais de uma economia. Essa aplicação permite medir os efeitos para trás (*backward linkages*), insumos que um setor demanda dos demais, e os efeitos para frente (*forward linkages*), insumos que um segmento oferta aos outros setores (Dietzenbacher; Van Der Linden, 1997).³³

O método de extração considera o efeito do isolamento hipotético de um setor sobre o produto do resto da economia.³⁴ Com base na equação 7, considerando um modelo de insumo-produto com n setores produtivos, o vetor coluna de produção é construído (16).

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (16)$$

Considerando uma extração para trás (oferta), ao extrair o primeiro setor pode-se escrever $X = (X_1, X_S)$, considerando $X_S = (X_2, \dots, X_n)$ como um vetor coluna em que o índice S representa os setores restantes da economia, conforme (17):

³³ Apesar de longa aplicação desde a sua concepção, o MEH ainda se faz atual na literatura internacional (Chraki, 2017; Dietzenbacher; Van Burken; Kondo, 2019) e é presente em diversos periódicos nacionais (Cabral; Cabral; Oliveira, 2017; Pereira; Bastos; Perobelli, 2013; Perobelli et al., 2010).

³⁴ Este isolamento hipotético é realizado na literatura por diferentes modos, por exemplo, retirando o vetor de demanda e oferta do setor selecionado da matriz ou atribuindo a essas entradas e saídas valores zerados, conforme Miller e Blair (2001) as diversas alternativas produzem resultados semelhantes.

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{S1} & \cdots & A_{SS} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Desse modo, a matriz inversa de Leontief da matriz A particionada pode ser representada por:

$$B = \begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{S1} & \cdots & B_{SS} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Com base na equação 6 e na matriz expressa em 18, teremos:

$$X_1 = B_{11} Y_1 + B_{1S} Y_S \quad (19)$$

$$X_S = B_{S1} Y_1 + B_{SS} Y_S \quad (20)$$

Por meio da extração hipotética de um setor, a equação (21) e (22) apresentam a forma com os demais setores. Isto é, $\bar{X}_S$ representa os valores do vetor de produção do restante da economia em um modelo reduzido.

$$\bar{X}_S = A_{SS} \bar{X}_S + Y_S \quad (21)$$

$$\bar{X}_S = (I - A_{SS})^{-1} Y_S \quad (22)$$

Desse modo, o resultado de $X_S - \bar{X}_S$ caracteriza o efeito da extração de um setor sobre a produção agregada da economia. Tal operação pode ser realizada também para medir o efeito da extração sobre um conjunto de setores ou setor a setor. Para tanto, necessita-se calcular a inversa da matriz particionada (18), conforme (23), (24) e (25).

$$B_{1S} = B_{11} A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} \quad (23)$$

$$B_{S1} = (I - A_{S1})^{-1} A_{S1} A_{11} \quad (24)$$

$$B_{SS} = (I - A_{SS})^{-1} + (I - A_{SS})^{-1} A_{S1} B_{11} A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} \quad (25)$$

Posteriormente, ao utilizar as equações de X_S (20) e $\bar{X}_S$ (21), obtemos:

$$X_S - \bar{X}_S = B_{S1} Y_1 + [B_{SS} - (I - A_{SS})^{-1}] Y_S \quad (26)$$

A expressão (26) representa a extração hipotética para trás e pode ser dividida em duas partes: $B_{S1} Y_1$ representa a produção dos demais setores da economia necessária para satisfazer a demanda final no setor 1; e $[B_{SS} - (I - A_{SS})^{-1}] Y_S$ descreve produção no restante da economia necessária para satisfazer a demanda final dos demais setores da economia Y_S (Pereira; Bastos; Perobelli, 2013).

Rearranjando a equação 26, com base nas equações 23, 24 e 25, obtém-se o efeito da extração hipotética da demanda (*backward linkages*) de um setor para a economia, conforme equação 27:

$$X_1 - \bar{X}_1 = (I - A_{SS})^{-1} A_{S1} B_{11} [Y_1 + A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} Y_S] \quad (27)$$

A análise acima pode ser transformada integralmente para efeitos para frente, ou seja, o impacto da retirada da oferta (*forward linkages*) de um setor na produção total. Para tal, faz-se necessário alterar os subscritos 1 e S da equação 27, resultando na equação 28:

$$X_1 - \bar{X}_1 = (I - A_{11})^{-1} A_{1S} B_{SS} [Y_S + A_{1S} (I - A_{11})^{-1} Y_1] \quad (28)$$

As equações 27 e 28 podem ser divididas pelo VBP original X_S e multiplicadas por 100, para assim fornecer uma medida em termos percentuais do método de extração hipotética:

$$MEH = \left(\frac{X_S - \bar{X}_S}{X_S} \right) \times 100 \quad (29)$$

Dado que a extração é realizada setor por setor, Pereira, Bastos e Perobelli (2013) enfatizam ser possível “saber como a produção de um determinado setor afeta a produção do mesmo setor ou de outros setores na economia” (p. 173). Assim sendo, no contexto dos objetivos o presente capítulo, identifica-se a interdependência tecnológica que um setor possui sobre outro segmento da economia, visto que quanto menor for o transbordamento ou absorção de inovação, maior será a interdependência. Portanto, com base em matrizes de fluxos tecnológicos, calcula-se os efeitos para trás e para frente da extração do setor/grupo selecionado de serviços, demonstrando a importância do(s) mesmo(s) para a economia agregada e para os setores/grupos determinados.

4.2.5. Base de dados

Os dados utilizados no presente capítulo, a fim de realizar as estimações das matrizes de fluxos tecnológicos da economia brasileira, requerem a utilização de duas bases de dados primárias calculadas e divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): i)

a Matriz Insumo-Produto Nacional (MIP) elaborada a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) do Sistema de Contas Nacionais (SCN); ii) os dados de dispêndios setoriais em P&D e outras Atividades Inovativas coletados e disponibilizados por meio da Pesquisa de Inovação (PINTEC). Nessa subseção serão abordadas as características da MIP e da PINTEC, as incompatibilidades entre as bases, os dados secundários utilizados para solucionar as limitações, como também a importância da desagregação para a análise pretendida.

As MIPs, derivadas dos dados do SCN, são inicialmente construídas com base na elaboração das TRUs, na qual se avaliam a oferta e a demanda intermediária e final dos produtos a preços de consumidor, incorporando impostos e margens incidentes. O IBGE divulga periodicamente as MIPs brasileiras, com intervalo de cinco anos, porém as MIPs de 2000 e 2005 (SCN, 2000) não são comparáveis com as MIPs de 2010 e 2015 (SCN, 2010). O SCN 2010 inclui alterações nas recomendações conceituais e metodológicas da Organização das Nações Unidas³⁵, bem como a ampliação das fontes de informação utilizadas para a economia brasileira³⁶ e uma nova classificação de produtos e atividades integrada à Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 (IBGE, 2016).

A necessidade de matrizes a preços básicos, para obter maior homogeneidade entre os valores, demanda a modificação das tabelas de consumo intermediário e demanda final, inicialmente valoradas no SCN a preços de consumidor. Para isso, subtraem-se das tabelas as parcelas correspondentes às margens de comércio e transporte, bem como os impostos e subsídios sobre produtos. Essas parcelas são então adicionadas ao consumo dos setores de comércio e transporte, ao mesmo tempo em que se criam linhas específicas para os impostos (IBGE, 2016).

Além disso, para a abertura entre produtos de origem nacional e importada, adota-se um ajuste entre a oferta de serviços de transporte e seguros e o valor desses serviços embutidos nos produtos importados, conhecido como ajuste CIF-FOB. Como a valoração dos produtos importados inclui frete e seguros (CIF) e esses serviços também estão na oferta como importação ou produção, realiza-se um ajuste para descontar a parcela desses serviços dos produtos importados (IBGE, 2016). O Quadro 4.4, a seguir, demonstra a composição das MIPs em estrutura produto por setor:

³⁵ No SCN 2010 por exemplo, houve a ampliação do conceito de formação bruta de capital fixo, incluindo a importância dos ativos de propriedade intelectual (IBGE, 2016).

³⁶ As MIPs deixaram de ser baseadas em Censos Econômicos e passaram a se basear na Pesquisa Industrial Anual – Empresa (IBGE, 2016).

Quadro 4.4 - Estrutura Matriz Insumo-Produto

	Produtos nacionais	Atividades (setores)	Demanda final	Valor da produção
Produtos nacionais		Un	Fn	q
Produtos importados		Um	Fm	
Atividades (setores)	V			x
Impostos		Tp	Te	
Valor adicionado bruto		y'		
Valor bruto da produção	q'	x'		

Fonte: IBGE (2016). Nota: as matrizes são representadas por letras maiúsculas e os vetores por letras minúsculas.

Descrição de cada variável:

- **V** - matriz de produção: apresenta para cada atividade o valor bruto da produção de cada um dos produtos;
- **q** - vetor com o valor bruto da produção total por produto;
- **Un** - matriz de consumo intermediário nacional: apresenta para cada atividade o valor consumido de produtos de origem interna;
- **Um** - matriz de consumo intermediário importado: apresenta para cada atividade o valor consumido de produtos de origem externa;
- **Fn** - matriz da demanda final por produtos nacionais: apresenta o valor consumido de produtos de origem interna por categoria da demanda final;
- **Fm** - matriz da demanda final por produtos importados: apresenta o valor dos produtos de origem externa consumidos pelas categorias da demanda final;
- **Tp** - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos (insumos) pelas atividades produtivas;
- **Te** - matriz dos valores dos impostos e subsídios associados a produtos, incidentes sobre bens e serviços absorvidos pela demanda final;
- **x** - vetor com o valor bruto da produção total por atividade;
- **y** - vetor com o valor adicionado total gerado pelas atividades produtivas.

A matriz insumo-produto, sendo produto por setor, apresenta uma estrutura retangular com números distintos entre produtos e atividades (setores). Por exemplo, o SCN atual (2010) possui uma classificação de 128 produtos por 68 setores. Desse modo, para atender à hipótese da homogeneidade do modelo, apresentada na subseção 4.2.1, é necessária a transformação da matriz de coeficientes técnicos (A) em uma estrutura quadrada, de modo a permitir sua inversão.

Contudo, isso não garante que um setor produza apenas seu produto típico ou principal. A produção de produtos típicos de outros setores em um determinado setor, conhecida como produção secundária, impede a suposição de que os produtos consumidos possam ser

imediatamente atribuídos ao setor que os produziu. Essa característica exige o desenvolvimento de modelos que, a partir das tabelas apresentadas no Quadro 4.4, calculem coeficientes atividade por atividade, ou produto por produto, de acordo com a hipótese de homogeneidade do modelo de Leontief (IBGE, 2016).

Para adequar as matrizes à hipótese de homogeneidade duas transformações são possíveis: i) tecnologia do produto: considerando que a tecnologia é uma característica intrínseca de cada produto, independentemente do setor que o produz, as informações referem-se às estruturas de insumo de cada produto. Assim, as estruturas de insumo das atividades são determinadas pela média ponderada das estruturas dos produtos que produzem, utilizando como peso a participação de cada produto no valor bruto da produção total; ii) tecnologia do setor: assumindo que a tecnologia é uma característica das atividades, ou seja, a tecnologia usada para produzir os produtos é específica do setor que os fabrica, as informações referem-se às estruturas de insumo de cada atividade. Por conseguinte, as estruturas de insumo dos produtos são calculadas pela média ponderada das estruturas das atividades que os produzem, utilizando como peso a participação de cada atividade na produção do produto (IBGE, 2016).

A classificação de produtos e atividades nas MIPs brasileiras adota número de produtos superior ao de atividades (128 x 68), restringindo sua transformação ao modelo de tecnologia do setor, ou seja, uma estrutura ‘setor por setor’. Para tanto, o IBGE disponibiliza a matriz de *market-share*, de dimensão ‘setor por produto’, que apresenta para cada atividade o valor da produção de cada um dos produtos que produz. A representação matemática seria:

$$D = V' \hat{q}^{-1} \quad (30)$$

Sendo V' a matriz transposta de produção (tabela de recursos), que apresenta para cada setor o valor da produção, a preço básico, de cada um dos produtos que produz; e $\hat{q}^{-1}$ o vetor diagonal inverso do valor bruto da produção total por produto. Assim, por definição, se multiplicarmos a matriz D pela matriz dos coeficientes técnicos nacionais U_n , obtém-se a matriz quadrada dos coeficientes técnicos de insumos nacionais A (equação 2). Desse modo, com a hipótese de homogeneidade atendida, ou seja, a transformação de matrizes retangulares em matrizes quadradas, torna-se possível operacionalizar o modelo insumo-produto apresentado na subseção 4.2.1.

Apesar das MIPs serem divulgadas a cada cinco anos, a última MIP disponibilizada pelo IBGE refere-se ao ano de 2015 (IBGE, 2018). Já os dados de P&D e outras atividades inovativas

estão disponíveis na desagregação pretendida para as análises (CNAE 2.0), conforme apresentado no capítulo 3, nos triênios 2011, 2014 e 2017. Como as MIPs originais úteis para este estudo se restringem aos períodos 2010 e 2015, surge incompatibilidade entre os períodos das duas bases de dados.

Para preencher as lacunas nos anos em que as MIPs não são divulgadas oficialmente, existem técnicas de estimação e atualização das matrizes para a construção de séries anuais de matrizes brasileiras, utilizando informações adicionais provenientes das tabelas de TRUs com publicações mais frequentes e atualizadas (SCN, 2021). Nesse contexto, Passoni (2019) elaborou tabelas de correspondência entre produtos e indústrias, comparando as TRUs publicadas de 2010 a 2015, no nível máximo de desagregação de 67 indústrias e 127 produtos para os anos de 2010 a 2019.³⁷

A autora utiliza técnicas de atualização de MIPs recomendadas pela literatura (Miller; Blair, 2009) e a proposta de Grijó e Bêni (2006) para a economia brasileira. Esses métodos utilizam informações estruturais (denominados *mark-downs*) das MIPs oficiais para estimar as MIPs anuais dos anos ausentes nas estatísticas oficiais. Com base nas MIPs de 2010 e 2015, a metodologia considera as proporções das tabelas de uso doméstico e importado a preços de produtor, margem de transporte, margem de comércio e impostos líquidos como uma proporção da Tabela de Uso (U) medida a preços de comprador. Considerando isso, técnicas de ajustes e balanceamento das matrizes são realizadas por meio do método de ajustamento RAS generalizado, tornando as informações das TRUs compatíveis com as estruturas das MIPs.³⁸

Como resultado, esta base de dados secundária proporciona MIPs anuais estimadas entre 2010 e 2019, tornando-as compatíveis com o período das Pesquisas de Inovação de 2011, 2014 e 2017. Não obstante, a matriz estruturada em 67 setores foi reduzida para uma matriz com 37 atividades, visto que a PINTEC (2011 a 2017) divulga medidas de dispêndio abrangendo apenas 32 setores. Assim, conforme Quadro E apresentado no Apêndice, algumas agregações foram realizadas para compatibilizar as duas bases de dados. Visando maior clareza e organização, os 37 setores foram agrupados em 12 grandes grupos, incluindo os grupos setoriais baseados em padrões tecnológicos propostos na seção 2 e utilizados nos demais capítulos desta tese.

³⁷ Diversas são as contribuições de estimações de matrizes anuais, caracterizadas por períodos e níveis de desagregações diferentes, como Neves (2013), Pires (2013) e Guilhoto e Sesso Filho (2005; 2010), Martinez (2014; 2016) e Passoni e Freitas (2023).

³⁸ Para mais detalhes, recomenda-se o trabalho de Passoni e Freitas (2023).

A limitação da série temporal (2011, 2014 e 2017) justifica-se pelo nível de desagregação setorial necessária para a análise dos Serviços Intensivos em Conhecimento, objeto de estudo principal do presente trabalho. Primeiramente, conforme apontado no capítulo 3, apenas na quarta edição da PINTEC (2011) foram incorporadas todas as atividades SIC intensivas em tecnologia (T-KIBS). Ademais, nas versões antigas das MIPs (2000 e 2005) e das PINTEC (anteriores a 2008), baseadas na CNAE 1.0, diversas atividades SIC estão agregadas com ‘outras atividades de serviços’.³⁹

Por último, conforme Miller e Blair (2009), ao comparar dados e medidas baseadas em matrizes insumo-produto de diferentes anos, torna-se importante distinguir as mudanças atribuíveis aos preços de outras fontes de alterações das relações comerciais. Nesse sentido, deve-se converter as matrizes originalmente avaliadas a preços nominais do ano em que os dados foram coletados (preços correntes) para matrizes correspondentes avaliadas a preços constantes em algum período base estabelecido.

A variação do preço nominal de um produto depende do resultado da mudança dos: i) níveis gerais dos preços da economia, visto através da inflação; ii) preços relativos, ou seja, a variação do preço que um produto tem em relação aos demais. As variações absolutas e relativas dos preços possuem aspectos distintos e, conseqüentemente, a literatura aplica diferentes métodos de deflação que buscam corrigir os níveis de preços apenas sob a primeira perspectiva ou considerando as duas perspectivas (Passoni; Freitas, 2022).⁴⁰

Com relação as MIPs brasileiras, considerando que as informações das TRUs publicadas pelo IBGE são valoradas a preços correntes e do ano anterior anualmente, o deflacionamento das tabelas a preços básicos é feito com índices de preços por produto. Seguindo o método aplicado em Passoni (2019), primeiro realiza-se a construção de índices de preços específicos para cada célula como deflatores.

Considerando $(p^t q^t)_{ij}$ o valor individual de cada célula das tabelas do sistema para um ano t , em que p e q representam, respectivamente, o preço e a quantidade de cada produto i e indústria j . Calcula-se o índice de preços específico da célula $(\lambda_{i,j})$ entre dois períodos $(t - 1, t)$

³⁹ As MIPs estimadas para o período 2000-2020 realizada por Passoni e Freitas (2023) compreendem 42 atividades e também agregam os SIC à outras atividades de serviços.

⁴⁰ Alguns autores advogam que a mudança de preços relativos não tem impacto relevante ou não devem ser isoladas já que estes demonstram a escassez relativa de cada produto, enquanto outros se preocupam com este aspecto por considerarem que a mudança de preços relativos auxilia na compreensão da mudança estrutural da economia no tempo. Para ver mais sobre as distinções e comparações entre os diferentes métodos ver Passoni e Freitas (2023).

como sendo a razão de cada elemento nos preços do ano atual e anterior para cada par de anos. Conforme segue (30)

$$\lambda_{ij}^{t-1,t} = \frac{(p^t q^t)_{ij}}{(p^{t-1} q^t)_{ij}}, \quad (31)$$

onde, $t = 2011, \dots, 2017$.

O próximo passo no processo de deflação é calcular os índices de preços encadeados para um período base fixo. No caso, adota-se 2010 como o ano base para os preços relativos, pois é o ano de referência para as matrizes estimadas. Desse modo, calcula-se esses índices multiplicando todos os índices de preços individuais do primeiro ano até o último ano. Como 2010 é o primeiro ano da série, quando $t = 2010$, definimos $\Lambda_{ij}^{2010,2010} = 1$ e, por exemplo, para obter o índice de preços encadeados para $t = 2013$, temos (31):

$$\Lambda_{ij}^{2010,2013} = \lambda_{ij}^{2010,2011} \times \lambda_{ij}^{2011,2012} \times \lambda_{ij}^{2012,2013} \quad (32)$$

Nesse método cada célula é deflacionada pelo seu deflator encadeado específico para o período t . Assim, para obter uma matriz avaliada a preços de 2010, devemos dividir cada elemento da matriz pelo índice encadeado até o ano t . Assim, para o elemento matricial R_{ij}^t , temos (32):

$$R_{ij}^{2010,t} = \frac{R_{ij}^t}{\Lambda_{Rij}^{2010,t}} \quad (33)$$

Em que, R é um dos elementos da matriz que queremos deflacionar e $\Lambda_{Rij}^{2010,t}$ é o deflator de células específico para esta tabela. Ou seja, dividimos todos os elementos de cada tabela no período t pelo seu próprio deflator acumulado específico da célula até t . Conforme Passoni (2019), esta série de tabelas pode ser denominada de ‘matriz de preços relativos constantes’ pois todos os lançamentos são avaliados em preços de 2010, representando as unidades de volume.

Como nesse procedimento realizou-se a divisão de cada célula pelo seu deflator específico, a série avaliada a preços constantes de 2010 perde sua propriedade de aditividade sobre produtos e setores.⁴¹ Desta forma, a soma dos produtos deflacionados na indústria j (pelo

⁴¹ A aditividade significa que a ordem das operações de deflação e agregação deve ser intercambiável, ou seja, primeiro deflacionar e depois agregar os valores deve resultar no mesmo que realizar as mesmas operações na ordem inversa (Balk; Reich, 2008).

deflator específico para a célula) é diferente do total deflacionado pelo deflator total. Essa ‘não-aditividade’ resulta das mudanças no poder de compra ‘real’ de cada indústria (os preços relativos divididos pelo deflator da produção bruta total). Desse modo, deflacionar todos os elementos e agregá-los posteriormente ou deflacionar o agregado diretamente não é intercambiável visto que as mudanças nos preços relativos causam uma quebra da propriedade de aditividade.

Visando obter a aditividade, Passoni (2019) propõe considerar a mudança no poder de compra ‘real’ de cada atividade em relação às mudanças de preços gerais da economia. Para tanto, calcula-se a razão dos preços relativos (Φ_{ij}) como uma divisão de cada índice de preços encadeado para cada célula específica pelo deflator encadeado da produção bruta total ($p^{2010,t}$).

$$\Phi_{ij}^{2010,t} = \frac{\Lambda_{Rij}^{2010,t}}{p^{2010,t}} \quad (34)$$

Multiplicando o valor a preços relativos constantes por essa razão de preços relativos da produção bruta, obtém-se a matriz de preços constantes e preserva propriedade de aditividade ao longo do tempo por produtos e atividades.

$$R_{ij}^{2010,t,\Phi} = \Phi_{ij}^{2010,t} \times R_{ij}^{2010,t} \quad (35)$$

Substituindo o primeiro termo e o segundo termo da equação 34, pelas expressões 33 e 32, observamos que estamos deflacionando todos os dados por apenas um deflator, o deflator da produção bruta total:

$$R_{ij}^{2010,t,\Phi} = \frac{\Lambda_{Rij}^{2010,t}}{p^{2010,t}} \times \frac{R_{ij}^t}{\Lambda_{Rij}^{2010,t}} = \frac{R_{ij}^t}{p^{2010,t}} \quad (36)$$

Portanto, após deflacionar com base em índices de preços específicos para cada célula, onde a propriedade de aditividade é invalidada, utiliza-se o deflator geral (neste caso, o deflator da produção bruta) para ajustar a matriz e manter sua aditividade. Como resultado, retira-se o efeito da inflação total da economia e da mudança nos preços relativos setoriais das MIPs, as quais serão utilizadas para a estimação das matrizes de fluxos tecnológicos.

4.3. Análise e discussão dos resultados

Na presente seção os resultados são apresentados e analisados seguindo quatro perspectivas: i) primeiro são expostos os dados de intensidade tecnológica e as matrizes de fluxo tecnológico estimadas sob a concepção da estrutura nominal, posteriormente interpreta-

se indicadores de absorção e transbordamento; ii) em seguida são aplicados e interpretados, à luz da estrutura padrão dos fluxos de inovação, os índices de encadeamento; iii) por fim, com base no método de extração hipotética (MEH), são analisadas medidas de interdependência tecnológica em termos setoriais e intersetoriais.

A seção estima e investiga os fluxos de inovação com base nos dispêndios das empresas em P&D, assim como analisa a medida de gastos em Atividades Inovativas (AI). Conforme discutido na seção 3.2, as AI são um conceito mais amplo de esforço tecnológico pois, além da P&D interna, compreendem gastos em P&D externo, projetos industriais e outras preparações técnicas, introdução de inovações no mercado, treinamento, aquisição de máquinas, equipamentos, softwares e outros conhecimentos externos (PINTEC, 2020). Quando exequível, além de analisar os grupos setoriais classificados com base em Castelacci (2008), procura-se apresentar resultados desagregados das atividades.

4.3.1. *Matrizes de fluxos tecnológicos: indicadores de absorção e transbordamento*

A Tabela 4.10 apresenta, de maneira sintética, as intensidades dos esforços inovativos em P&D e AI dos grupos setoriais avaliados na PINTEC, expressos na relação entre os gastos e o valor bruto da produção (Gastos/VBP).⁴² Estes dados representam o primeiro termo ($\hat{r}\hat{x}^{-1}$) para o cálculo das matrizes tecnológicas, apresentado na seção precedente. Deve-se destacar, para fins de compatibilização entre as bases PINTEC e MIP, os segmentos ‘Atividades de tecnologia da informação’ e o ‘Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras’ foram agregados, assim como ‘Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas’ e ‘Pesquisa e desenvolvimento’.

Os dados demonstram que as atividades SIC possuem níveis maiores de intensidade em P&D e AI em relação aos grupos de manufaturados intensivos em tecnologia MEC e MIE, com aprofundamento desta diferença no período analisado. Já as outras atividades demonstram pouco esforço inovativo (< 1%), apesar do grupo SIR demonstrar altas intensidades em AI. Ao analisar as intensidades dos SIC em suas duas desagregações verifica-se as atividades de Serviços de arquitetura e engenharia, testes, análises, P&D e serviços técnicos são mais intensivas em inovação, tanto em P&D como AI.

⁴² No capítulo 3, a intensidade dos esforços inovativos foi calculada em relação à Receita Líquida de Vendas (RLV). No capítulo 4, o modelo utiliza o vetor do Valor Bruto de Produção (VBP) para estimar os fluxos tecnológicos, estabelecendo, assim, essa relação com o VBP.

Enquanto as atividades SIC apresentaram em 2017 intensidade em P&D e AI de 5,4% e 6,3%, respectivamente, o grupo setorial MIE verificou 1,5% e 3% e o grupo MEC atingiu 1,3% e 2,7%. As atividades SIR também demonstraram intensidade significativa nos dispêndios em AI (3,1% em 2017), superior às observadas nos manufaturados. Além disso, os grupos setoriais IEX, ELG e MDF demonstram baixas intensidades dos esforços inovativos em P&D e AI.

Tabela 4.10 - Intensidade do dispêndio em P&D e AI – Grupos setoriais (%)

GRUPOS SETORIAIS	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)				Atividades Inovativas (AI)			
	2011	2014	2017	Δ Média	2011	2014	2017	Δ Média
Indústrias extrativas (IEX)	0,2	0,2	0,3	32,4	0,3	0,6	0,5	47,5
Elettricidade e gás (ELG)	0,2	0,2	0,1	-15,1	1,1	0,6	0,7	-16,5
Manufaturas Intensivos em Escala (MIE)	0,7	0,9	1,5	45,9	2,6	3,7	3,0	9,9
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	0,3	0,3	0,2	-7,0	2,0	1,8	1,2	-23,2
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	1,0	1,6	1,3	18,4	2,3	3,0	2,7	9,6
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	0,4	0,2	0,2	-30,1	2,3	5,1	3,1	41,7
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	2,8	3,6	5,4	39,6	5,1	4,7	6,3	13,3
Atividades de tecnologia da informação, tratamento de dados, hospedagem na internet e outras	1,1	1,7	1,6	25,0	2,8	3,0	2,7	-0,8
Serviços de arquitetura e engenharia, testes, análises, P&D e serviços técnicos	4,4	5,5	9,2	45,3	7,5	6,3	10,0	21,2

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: Δ = Variação. As variações foram obtidas pela média das variações percentuais entre os períodos de 2011-2014 e 2014-2017.

Com relação a variação média das intensidades entre os triênios 2011-2014-2017, as atividades SIC apresentaram crescimento médio por triênio de 39,6% em P&D e 13,3% em AI. Destaca-se, positivamente, o aprofundamento do dispêndio das atividades ‘Serviços de arquitetura e engenharia, testes, análises, P&D e serviços técnicos’ em P&D (45,3%) e, negativamente, a estagnação das ‘Atividades de tecnologia da informação, tratamento de dados, hospedagem na internet e outras’ em AI (-0,8%).

Além dessas, os grupos IEX, MIE e MEC também demonstraram variações positivas e significativas no período. Enquanto as atividades de SIR demonstraram variação negativa em

P&D e positiva em AI, os setores de ELG e MDF tornaram-se atividades menos intensivas nas duas medidas observadas no período analisado.

Estes resultados reforçam as intensidades observadas por Rodriguez (2013) com base nos gastos em relação ao valor adicionado, isto é, as atividades SIC apresentam intensidades em P&D superiores às verificadas pela manufatura. Outra observação que os dados nos permitem destacar são os percentuais de intensidade em P&D e AI dos SIC parecem convergir no período. Essa característica é única das atividades SIC, pois os esforços em AI dos outros grupos são pelo menos duas vezes maiores que as intensidades em P&D. Essa apreciação está relacionada ao fato de as atividades SIC incluírem firmas do segmento específico de Pesquisa e Desenvolvimento.

A Tabela 4.11 apresenta os fluxos tecnológicos de P&D incorporado no consumo intermediário sob a estrutura nominal da economia, ou seja, considerando o tamanho e a estrutura da demanda final (equação 8). Na primeira parte são apresentados os fluxos de P&D incorporados no consumo intermediário em milhões de Reais (R\$) para o ano de 2017 (último ano analisado). Enquanto a segunda parte da tabela são apresentadas as proporções intersetoriais de P&D absorvido, ou seja, os valores são divididos pelo total da coluna. Já a terceira parte é dedicada para demonstrar as proporções de P&D transbordadas no consumo intermediário, isto é, a divisão dos resultados pela soma das linhas.

Conforme apresentado na primeira parte da Tabela 4.11, em termos de demanda, as atividades SIC realizaram um gasto de R\$ 2.480,8 milhões em P&D no ano de 2017. Destes, R\$ 2.443,8 milhões foram consumidos de maneira intrasetorial, enquanto o restante foi absorvido de outros grupos setoriais. Em termos de absorção dos SIC, o maior montante demandado foi verificado pelas MEC, no valor de R\$ 14,8 mi. A segunda parte da tabela demonstra estes resultados em termos percentuais, ou seja, 98,5% do fluxo tecnológico absorvido pelas atividades SIC foram intrasetoriais. Da proporção restante, 0,6% foram demandados do grupo MEC.

Sob outra perspectiva, ao analisar a linhas, observa-se que as atividades SIC transbordaram R\$ 4.682,5 milhões em P&D no ano de 2017, maior valor entre os grupos analisados. Deste total, R\$ 2.443,8 milhões referem-se a P&D transbordado dentro do próprio setor, o que equivale a 52,2% em termos proporcionais, verificados na terceira parte da Tabela 4.11. Nesses termos, os SIC transbordaram R\$ 686,9 milhões para o grupo ‘Administração pública e outros serviços pessoais e sociais’, o que equivale a 14,7% do total.

Para uma visão inicial mais sintética, o trabalho construiu indicadores (Tabela 4.12) com base nas matrizes de fluxos de inovação em P&D (Tabela 4.11) para o ano 2017, pela ótica da absorção e do transbordamento tecnológico. As operações presentes nessa tabela resumem o perfil intrasetorial e intersetorial das absorções e dos transbordamentos de cada grupo setorial analisado.

Os resultados demonstram que o P&D Transbordado é composto em mais de 90% por P&D dos manufaturados e das atividades SIC. Nesses termos, a estrutura produtiva brasileira depende diretamente dessas atividades para a difusão de P&D interna. No que diz respeito aos valores, os SIC ocupam a primeira posição, com transbordamento de P&D incorporado na estrutura produtiva de R\$4,7 bilhões, seguido por MIE (R\$4,4 bi), MEC (R\$4 bi) e MDF (R\$2,8 bi). As atividades IEX, ELG e SIR apresentam resultados menores que meio bilhão de reais.

No que se refere aos níveis de absorção de P&D, novamente os grupos de manufaturados e SIC figuram entre os mais altos, acompanhados de valores expressivos do grupo ‘Administração pública e outros serviços pessoais e sociais’, ‘Serviços de Infraestrutura Física’ e ‘Construção civil’. Apesar destes últimos serem atividades com pouco ou nenhum esforço em P&D, se destacam pelo nível de absorção de P&D (superiores a R\$700 milhões). Em relação aos valores, as MIE figuram em primeiro com R\$3,9 bilhões absorvidos, acompanhada por MEC (R\$3 bi), MDF (R\$2,8 bi), SIC (R\$2,5 bi) e Adm. Pública e Serviços Pessoais (R\$1,3 bi).

Ao desagregar o P&D Absorvido em componentes intersetoriais e intrasetoriais, observa-se que as atividades SIC demonstram níveis bem menores de absorção intersetorial em relação aos verificados nas manufaturas. Essa discrepância pode ser observada no indicador de % P&D Absorvido, em que os SIC absorvem apenas 53% do P&D que transborda, enquanto as manufaturas apresentam indicadores mais elevados (entre 70% e 100%).

Constata-se também diferenças entre os grupos setoriais no índice de Taxa de Absorção Intersetorial, pois os SIC apresentam apenas 1,5% da absorção de P&D no seu subsistema advindo de outros setores, enquanto os manufaturados mais tecnológicos MEC e MIE apresentam, respectivamente, 12,3% e 12,4%. As demais atividades, menos intensivas em inovação, naturalmente apresentam indicadores de absorção mais elevados pois são mais dependentes tecnologicamente. Sob outro ponto de vista, os indicadores demonstram que os SIC possuem níveis de transbordamento intersetorial superiores aos manufaturados. Enquanto os últimos apresentam proporção de P&D Transbordado intersetorial de 23% (MIE), 33% (MDF) e 35% (MEC), as atividades SIC transbordam para outros setores 48% do Total.

Tabela 4.11 - Matriz de fluxos tecnológicos de P&D e proporção absorvida e transbordada - Estrutural nominal (2017)

P&D incorporado no consumo intermediário													
(milhões de R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
2 Indústrias extrativas (IEX)	7,6	246,5	27,6	81,7	9,6	4,4	25,6	22,8	1,7	0,8	7,0	11,3	446,5
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	27,9	21,4	3.399,3	181,7	92,7	10,6	279,2	193,8	12,3	6,6	53,3	120,3	4.399,4
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	75,2	46,1	97,7	1.894,2	74,1	13,6	102,9	242,8	20,4	9,4	105,0	129,7	2.811,2
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	229,6	49,9	134,1	334,2	2.606,9	21,6	153,3	98,7	20,2	14,8	77,5	288,8	4.029,6
6 Eletricidade e gás (ELG)	10,7	3,4	15,0	26,7	7,9	106,7	8,2	22,2	4,7	1,3	15,5	27,5	249,9
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	1,6	2,1	10,2	15,9	6,6	1,1	5,1	18,6	207,7	4,1	8,6	31,1	312,7
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	56,6	76,7	195,3	298,3	173,6	61,7	171,5	269,9	155,0	2.443,8	93,2	686,9	4.682,5
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
TOTAL	409,2	446,0	3.879,3	2.832,8	2.971,4	219,8	746,0	868,8	422,0	2.480,8	360,1	1.295,6	16.931,9
Proporção de P&D absorvida no consumo intermediário													
(% Absorvido)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Indústrias extrativas (IEX)	1,8%	55,3%	0,7%	2,9%	0,3%	2,0%	3,4%	2,6%	0,4%	0,0%	1,9%	0,9%	2,6%
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	6,8%	4,8%	87,6%	6,4%	3,1%	4,8%	37,4%	22,3%	2,9%	0,3%	14,8%	9,3%	26,0%
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	18,4%	10,3%	2,5%	66,9%	2,5%	6,2%	13,8%	28,0%	4,8%	0,4%	29,2%	10,0%	16,6%
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	56,1%	11,2%	3,5%	11,8%	87,7%	9,8%	20,6%	11,4%	4,8%	0,6%	21,5%	22,3%	23,8%
6 Eletricidade e gás (ELG)	2,6%	0,8%	0,4%	0,9%	0,3%	48,5%	1,1%	2,6%	1,1%	0,1%	4,3%	2,1%	1,5%
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	0,4%	0,5%	0,3%	0,6%	0,2%	0,5%	0,7%	2,1%	49,2%	0,2%	2,4%	2,4%	1,8%
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	13,8%	17,2%	5,0%	10,5%	5,8%	28,1%	23,0%	31,1%	36,7%	98,5%	25,9%	53,0%	27,7%
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Proporção de P&D transbordada no consumo intermediário													
(% Transbordado)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Indústrias extrativas (IEX)	1,7%	55,2%	6,2%	18,3%	2,1%	1,0%	5,7%	5,1%	0,4%	0,2%	1,6%	2,5%	100,0%
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	0,6%	0,5%	77,3%	4,1%	2,1%	0,2%	6,3%	4,4%	0,3%	0,1%	1,2%	2,7%	100,0%
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	2,7%	1,6%	3,5%	67,4%	2,6%	0,5%	3,7%	8,6%	0,7%	0,3%	3,7%	4,6%	100,0%
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	5,7%	1,2%	3,3%	8,3%	64,7%	0,5%	3,8%	2,4%	0,5%	0,4%	1,9%	7,2%	100,0%
6 Eletricidade e gás (ELG)	4,3%	1,3%	6,0%	10,7%	3,2%	42,7%	3,3%	8,9%	1,9%	0,5%	6,2%	11,0%	100,0%
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	0,5%	0,7%	3,3%	5,1%	2,1%	0,4%	1,6%	6,0%	66,4%	1,3%	2,7%	9,9%	100,0%
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	1,2%	1,6%	4,2%	6,4%	3,7%	1,3%	3,7%	5,8%	3,3%	52,2%	2,0%	14,7%	100,0%
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2,4%	2,6%	22,9%	16,7%	17,5%	1,3%	4,4%	5,1%	2,5%	14,7%	2,1%	7,7%	100,0%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela 4.12 - Indicadores de Absorção e Transbordamento de P&D (2017)

Indicadores de Absorção								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	P&D Transbordado	P&D Absorvido	P&D Absorvido		% P&D Absorvido	% P&D Absorvido Inter	Taxa de Absorção Inter
				Inter	Intra			
		A	B	C	B-C	B/A	C/A	C/B
Agropecuária		0,0	409,2	-	-	-	-	100,0%
Indústrias extrativas (IEX)		446,5	446,0	199,5	246,5	99,9%	44,7%	44,7%
Manufaturas Intensivos em Escala (MIE)		4.399,4	3.879,3	480,0	3.399,3	88,2%	10,9%	12,4%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)		2.811,2	2.832,8	938,6	1.894,2	100,8%	33,4%	33,1%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)		4.029,6	2.971,4	364,5	2.606,9	73,7%	9,0%	12,3%
Eleticidade e gás (ELG)		249,9	219,8	113,1	106,7	88,0%	45,3%	51,5%
Construção civil		0,0	746,0	-	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)		0,0	868,8	-	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)		312,7	422,0	214,4	207,7	135,0%	68,6%	50,8%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)		4.682,5	2.480,8	37,1	2.443,8	53,0%	0,8%	1,5%
Outras atividades de serviços		0,0	360,1	-	-	-	-	100,0%
Administração pública e outros serviços pessoais e sociais		0,0	1.295,6	-	-	-	-	100,0%
TOTAL		16.931,9	16.931,9	2.347,2	14.584,7	100,0%	13,9%	13,9%
Indicadores de Transbordamento								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	P&D Transbordado	P&D Absorvido	P&D Transbordado		% P&D Transbordado		Transbordamento Líquido
				Inter	Intra	Inter	Intra	
		A	B	C	A-C	C/A	A - C/A	A - B
Agropecuária		0,0	409,2	-	-	-	-	-409,2
Indústrias extrativas (IEX)		446,5	446,0	200,0	246,5	44,8%	55,2%	0,5
Manufaturas Intensivos em Escala (MIE)		4.399,4	3.879,3	1.000,0	3.399,3	22,7%	77,3%	520,0
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)		2.811,2	2.832,8	917,1	1.894,2	32,6%	67,4%	-21,5
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)		4.029,6	2.971,4	1.422,8	2.606,9	35,3%	64,7%	1.058,3
Eleticidade e gás (ELG)		249,9	219,8	143,2	106,7	57,3%	42,7%	30,1
Construção civil		0,0	746,0	-	-	-	-	-746,0
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)		0,0	868,8	-	-	-	-	-868,8
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)		312,7	422,0	105,0	207,7	33,6%	66,4%	-109,3
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)		4.682,5	2.480,8	2.238,7	2.443,8	47,8%	52,2%	2.201,7
Outras atividades de serviços		0,0	360,1	-	-	-	-	-360,1
Administração pública e outros serviços pessoais e sociais		0,0	1.295,6	-	-	-	-	-1.295,6
TOTAL		16.931,9	16.931,9	6.026,9	10.905,0	35,6%	64,4%	0,0

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: os indicadores desagregados em 41 atividades são apresentados no Apêndice nas tabelas A e B.

Ao calcular o Transbordamento Líquido, ou seja, P&D Transbordado menos P&D Absorvido, verifica-se que as atividades SIC apresentam saldo de R\$2,2 bilhões, resultado expressivamente superior ao observado nas manufaturas intensivas em inovação, MEC (R\$1 bi) e MIE (R\$520 milhões). Os demais grupos, menos intensivos tecnologicamente, demonstram valores líquidos negativos ou próximos de zero.

Os resultados da Tabela 4.13 e da Tabela 4.14 apresentam os mesmos indicadores das Tabelas 4.2 e 4.3, respectivamente, porém relativos à matriz de fluxos tecnológicos de Atividades Inovativas (AI) do ano de 2017. Neste cenário, as atividades SIC absorveram R\$ 3.308,8 milhões em Atividades Inovativas no ano de 2017, sendo 94,9% referente ao próprio grupo setorial. Entre as absorções remanescentes os SIR sobressaem com absorção de 2% (R\$ 67,6 milhões) pelos SIC. Com relação aos grupos de manufaturas, novamente as demandas dos SIC por fluxos de inovação das MEC destacam-se (R\$ 37,9 milhões).

Por outro ângulo, quanto aos montantes e proporções de AI transbordados, do total de R\$ 5.964,3 milhões 52,7% referem-se a fluxos intrasetoriais. Entre os fluxos transbordados intersetorialmente, novamente destacam-se o grupo de ‘Administração pública e outros serviços pessoais e sociais’. Deve-se destacar que, em contraste com os resultados de fluxos de P&D, as atividades SIC não se situam entre os grupos que mais transbordam atividades inovativas.

Com relação aos resultados da Tabela 4.14, no AI Transbordado as atividades mais transmissoras de AI são MDF (R\$10,9 bi), MIE (R\$10,3 bi) e MEC (R\$9,5 bi), seguidas por SIR (R\$6 bi) e SIC (R\$5,9 bi). Com relação aos níveis de AI Absorvidos, os manufaturados novamente se destacam: MDF (R\$10 bi), MIE (R\$8,7 bi) e MEC (R\$6,7 bi). As outras atividades apresentam níveis medianos: SIR (R\$4,6 bi), SIC (R\$3,3 bi), Adm. Pública e Serviços Pessoais (R\$3 bi), SIF (R\$2,3 bi) e Construção (R\$2 bi). Esses resultados demonstram níveis de absorção de AI melhor distribuídos entre os grupos em relação aos níveis de absorções observados na medida de P&D.

Os grupos IEX e ELG transbordam AI em valores menores, próximos de R\$1 bilhão. A característica de baixa absorção intersetorial dos SIC permanece nos resultados de AI, porém esse aspecto também pode ser observado nas atividades SIR. Enquanto a Taxa de Absorção Intersetorial dos SIC apresenta novamente o menor valor (5,1%), os SIR apresentam proporção de 9,7%. Ademais, os manufaturados mais intensivos em tecnologia também apresentam resultados relativamente baixos: MIE (14,8%) e MEC (13,4%).

Tabela 4.13 - Matriz de fluxos tecnológicos de AI e proporção absorvida e transbordada - Estrutural nominal (2017)

AI incorporado no consumo intermediário (milhões de R\$)													
Grupos Setoriais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
2 Indústrias extrativas (IEX)	14,3	466,2	52,2	154,6	18,1	8,3	48,5	43,2	3,1	1,5	13,3	21,3	844,6
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	81,3	55,9	7.441,0	546,3	258,3	27,9	794,4	522,1	34,7	17,7	156,4	355,0	10.291,2
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	220,4	123,9	386,8	7.600,9	259,0	43,8	425,6	634,6	87,3	36,1	540,7	511,0	10.870,1
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	654,2	132,1	365,0	943,2	5.822,0	48,8	399,9	265,0	51,2	37,9	210,3	578,8	9.508,3
6 Eletricidade e gás (ELG)	50,4	15,9	71,0	126,3	37,5	504,5	39,0	104,8	22,3	6,4	73,4	130,2	1.181,7
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	27,8	40,0	190,0	284,8	120,8	18,6	95,8	336,1	4.154,1	67,6	156,9	565,3	6.057,8
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	66,9	88,5	232,0	361,4	205,0	72,9	198,7	357,1	245,1	3.141,6	125,0	870,1	5.964,3
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
TOTAL	1.115,3	922,4	8.738,1	10.017,4	6.720,7	724,8	2.001,9	2.262,9	4.597,8	3.308,8	1.276,0	3.031,9	44.718,0

Proporção de AI absorvida no consumo intermediário (%)													
Grupos Setoriais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Indústrias extrativas (IEX)	1,3%	50,5%	0,6%	1,5%	0,3%	1,1%	2,4%	1,9%	0,1%	0,0%	1,0%	0,7%	1,9%
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	7,3%	6,1%	85,2%	5,5%	3,8%	3,9%	39,7%	23,1%	0,8%	0,5%	12,3%	11,7%	23,0%
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	19,8%	13,4%	4,4%	75,9%	3,9%	6,0%	21,3%	28,0%	1,9%	1,1%	42,4%	16,9%	24,3%
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	58,7%	14,3%	4,2%	9,4%	86,6%	6,7%	20,0%	11,7%	1,1%	1,1%	16,5%	19,1%	21,3%
6 Eletricidade e gás (ELG)	4,5%	1,7%	0,8%	1,3%	0,6%	69,6%	1,9%	4,6%	0,5%	0,2%	5,8%	4,3%	2,6%
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	2,5%	4,3%	2,2%	2,8%	1,8%	2,6%	4,8%	14,9%	90,3%	2,0%	12,3%	18,6%	13,5%
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	6,0%	9,6%	2,7%	3,6%	3,0%	10,1%	9,9%	15,8%	5,3%	94,9%	9,8%	28,7%	13,3%
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Proporção de AI transbordada no consumo intermediário (%)													
Grupos Setoriais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Indústrias extrativas (IEX)	1,7%	55,2%	6,2%	18,3%	2,1%	1,0%	5,7%	5,1%	0,4%	0,2%	1,6%	2,5%	100,0%
3 Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	0,8%	0,5%	72,3%	5,3%	2,5%	0,3%	7,7%	5,1%	0,3%	0,2%	1,5%	3,4%	100,0%
4 Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	2,0%	1,1%	3,6%	69,9%	2,4%	0,4%	3,9%	5,8%	0,8%	0,3%	5,0%	4,7%	100,0%
5 Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	6,9%	1,4%	3,8%	9,9%	61,2%	0,5%	4,2%	2,8%	0,5%	0,4%	2,2%	6,1%	100,0%
6 Eletricidade e gás (ELG)	4,3%	1,3%	6,0%	10,7%	3,2%	42,7%	3,3%	8,9%	1,9%	0,5%	6,2%	11,0%	100,0%
7 Construção civil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	0,5%	0,7%	3,1%	4,7%	2,0%	0,3%	1,6%	5,5%	68,6%	1,1%	2,6%	9,3%	100,0%
10 Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	1,1%	1,5%	3,9%	6,1%	3,4%	1,2%	3,3%	6,0%	4,1%	52,7%	2,1%	14,6%	100,0%
11 Outras atividades de serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2,5%	2,1%	19,5%	22,4%	15,0%	1,6%	4,5%	5,1%	10,3%	7,4%	2,85%	6,8%	100,0%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela 4.14 - Indicadores de Absorção e Transbordamento de AI (2017)

Indicadores de Absorção								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	AI	AI	AI Absorvido		% AI	% AI	Taxa de Absorção
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Absorvido	Absorvido	Inter
		A	B	C	B-C	B/A	C/A	C/B
Agropecuária		0,0	1.115,3	1.115,3	0,0	-	-	100,0%
Indústrias extrativas (IEX)		844,6	922,4	456,2	466,2	109,2%	54,0%	49,5%
Manufaturas Intensivos em Escala (MIE)		10.291,2	8.738,1	1.297,0	7.441,0	84,9%	12,6%	14,8%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)		10.870,1	10.017,4	2.416,5	7.600,9	92,2%	22,2%	24,1%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)		9.508,3	6.720,7	898,7	5.822,0	70,7%	9,5%	13,4%
Eleticidade e gás (ELG)		1.181,7	724,8	220,3	504,5	61,3%	18,6%	30,4%
Construção civil		0,0	2.001,9	2.001,9	0,0	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)		0,0	2.262,9	2.262,9	0,0	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)		6.057,8	4.597,8	443,8	4.154,1	75,9%	7,3%	9,7%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)		5.964,3	3.308,8	167,1	3.141,6	55,5%	2,8%	5,1%
Outras atividades de serviços		0,0	1.276,0	1.276,0	0,0	-	-	100,0%
Administração pública e outros serviços pessoais e sociais		0,0	3.031,9	3.031,9	0,0	-	-	100,0%
TOTAL		44.718,0	44.718,0	15.587,7	29.130,4	100,0%	34,9%	34,9%
Indicadores de Transbordamento								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	AI	AI	AI Transbordado		% AI Transbordado		Transbordamento
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Inter	Intra	Líquido
		A	B	C	A-C	C/A	A - C/A	A - B
Agropecuária		0,0	1.115,3	-	-	-	-	-1.115,3
Indústrias extrativas (IEX)		844,6	922,4	378,4	466,2	44,8%	55,2%	-77,8
Manufaturas Intensivos em Escala (MIE)		10.291,2	8.738,1	2.850,1	7.441,0	27,7%	72,3%	1.553,1
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)		10.870,1	10.017,4	3.269,2	7.600,9	30,1%	69,9%	852,7
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)		9.508,3	6.720,7	3.686,3	5.822,0	38,8%	61,2%	2.787,6
Eleticidade e gás (ELG)		1.181,7	724,8	677,2	504,5	57,3%	42,7%	456,9
Construção civil		0,0	2.001,9	-	-	-	-	-2.001,9
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)		0,0	2.262,9	-	-	-	-	-2.262,9
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)		6.057,8	4.597,8	1.903,8	4.154,1	31,4%	68,6%	1.460,0
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)		5.964,3	3.308,8	2.822,7	3.141,6	47,3%	52,7%	2.655,6
Outras atividades de serviços		0,0	1.276,0	-	-	-	-	-1.276,0
Administração pública e outros serviços pessoais e sociais		0,0	3.031,9	-	-	-	-	-3.031,9
TOTAL		44.718,0	44.718,0	15.587,7	29.130,4	34,9%	65,1%	0,0

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: os indicadores desagregados em 41 atividades são apresentados no Apêndice nas tabelas C e D.

Não obstante, nos resultados de transbordamento, as atividades SIC - entre as atividades mais intensivas em AI – evidenciam novamente a maior proporção de transbordamento intersetorial (47,3%), acompanha das MEI (39%). Esses resultados são expressos também no indicador de Transbordamento Líquido, pois ambas as atividades possuem valor superior a R\$2,5 bilhões. Os grupos de MIE e SIR também se destacam, apresentando valores próximos R\$1,5 bilhões de transbordamento líquido (Tabela 4.14).

Estes resultados indicam que os SIC se destacam como atividade geradora de transbordamentos tecnológicos nos subsistemas da economia brasileira. Ao qualificar essa informação deve-se destacar que essa evidência é mais proeminente nos fluxos intersetoriais de P&D Interna, porém também apresentam repercussões importantes em transbordamento de AI. Por outro lado, essa capacidade não é observada nas medidas de Absorção de P&D e AI, pois a absorção tecnológica dos SIC é predominantemente intrasetorial e, portanto, se induz pouco AI de outros grupos inovadores. Estes apontamentos confirmam em parte os resultados relativos às atividades SIC expostas no trabalho de Mas-Verdú et al. (2011), que os SIC são essencialmente geradores e transmissores de P&D para a estrutura produtiva.

Em contrapartida, os resultados observados para a economia brasileira não corroboram a afirmação de que a contribuição dos manufaturados é canalizada principalmente através da sua capacidade de absorção (Mas-Verdú et al., 2011). Conforme demonstrado, sobretudo no caso do grupo MEC, as atividades manufatureiras possuem níveis elevados de transbordamento de P&D e AI. Desse modo, além de grande capacidade de absorção, os manufaturados também expressam aptidões como transmissores de tecnologia para os demais subsistemas. Deve-se acrescentar, no contexto das Atividades Inovativas, que o grupo SIR também demonstra proeminência em transbordamentos e absorções na estrutura produtiva do Brasil.

Diante dessas considerações, o trabalho também corrobora apenas parcialmente com as conclusões de Gonçalves e Ferreira Neto (2016), segundo as quais, no Brasil, os SIC demonstraram ser as atividades mais difusoras de tecnologia, seguidas pelos setores de Energia. Com relação aos SIC, pode-se afirmar que é o grupo setorial que mais propaga P&D interna, porém ao considerar formas mais amplas de inovação (AI) as Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC) se destacam mais. No que diz respeito ao setor de Energia, mesmo considerando a junção dos grupos IEX e ELG, de forma a alinhar-se com as classificações e agregações realizadas pelos autores, nenhum resultado aponta nessa direção.

4.3.2. Índices de encadeamento: setores-chave para a P&D e AI no Brasil

Conforme apresentado na seção 2.3.3, os indicadores de encadeamento medem os efeitos de ligações diretos e indiretos, considerando apenas as relações de consumo intermediário entre os setores. Dentro da estrutura padrão de fluxos de inovação estimados (equação 9), os índices de encadeamento permitem identificar setores-chaves de uma economia, tanto em termos de encadeamentos para trás (*backward linkages* - BL) como de ligações para frente (*forward linkages*- FL). Enquanto o indicador BL mensura o poder de demanda tecnológica de um setor, o índice FL indica a intensidade que um setor incorpora inovação nos bens intermediários da economia.

Nessa perspectiva, caso o índice BL demonstre valor superior a 1 indica que o setor é estratégico tecnologicamente, impactando acima da média outros setores como demandante, enquanto um BL menor que 1 sugere baixa influência. Já caso o $FL > 1$, demonstra a importância de um setor como ofertante de inovação para economia, em comparação com os demais. A Figura 4.1 e a Tabela 4.15 apresentam os indicadores BL e FL das matrizes de fluxos tecnológicos de P&D, enquanto a Figura 4.2 e a Tabela 4.16 destina-se à análise das AI. Os dados são organizados em grupos setoriais nas figuras e em atividades nas tabelas, abarcando os anos de 2011, 2014 e 2017.

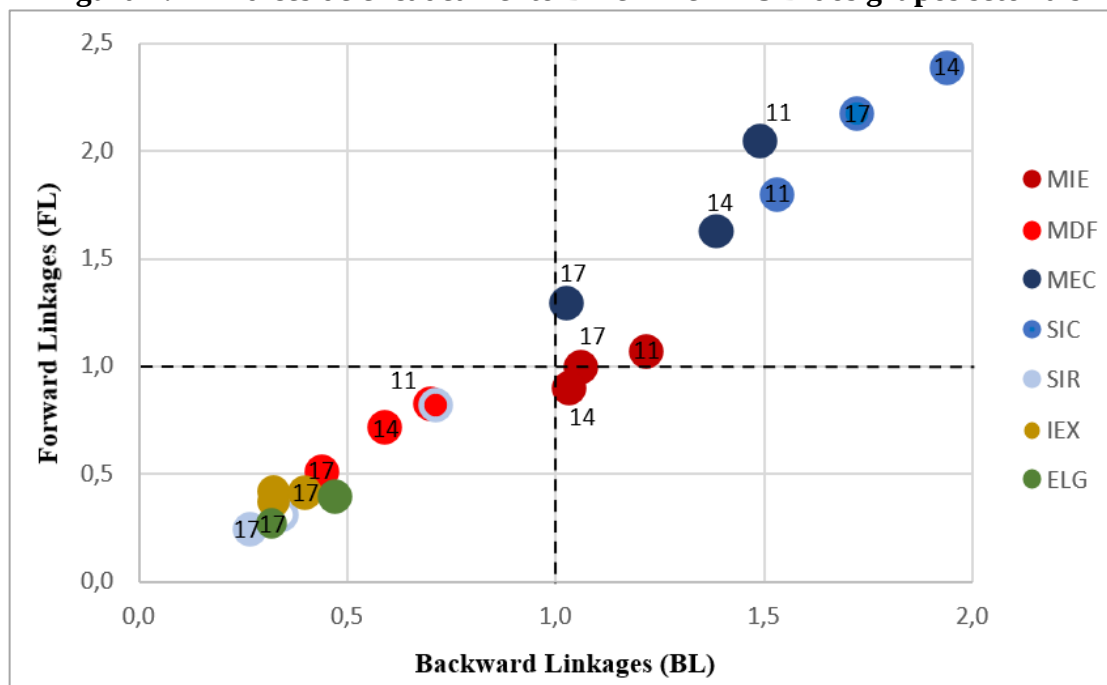
De acordo com os resultados, em 2011 as Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciências (MEC) figuravam como grupo tecnológico chave da economia brasileira. Porém este resultado foi revertido em 2014, devido ao avanço do poder de encadeamento tecnológico dos SIC combinado com a involução das MEC. Considerando o ano de 2017, ambos grupos apresentaram declínios nos dois índices (BL e FL), de modo que as MEC se aproximaram do limite como grupo-chave em ligações para trás.

Em conformidade com a Tabela 4.15, estes resultados são expressos em termos setoriais. No âmbito dos SIC, enquanto as atividades de ‘Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos’ apresentaram crescimento no poder de encadeamento tecnológico em todo o período, o segmento de ‘Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras’ demonstrou crescimento entre 2011 e 2014, seguido de reversão em 2017. .

Com relação às MEC, deve-se destacar progressivo enfraquecimento dos índices BL e FL em P&D as atividades baseadas em ciência ‘Fabricação de produtos químicos’ e ‘Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos’. Com relação aos setores fornecedores especializados do grupo MEC, destaca-se que o segmento de ‘Fabricação de máquinas e

equipamentos' não apresentou encadeamentos de inovação relevantes durante todo o período analisado.

Figura 4.1 - Índices de encadeamento BL e FL em P&D dos grupos setoriais



Fonte elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: 11, 14 e 17, referem-se aos anos de 2011, 2014 e 2017, respectivamente. Os grupos SIR, IEX e ELG foram rotulados apenas no ano de 2017.

No que tange às Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), apesar de se apresentarem como grupo-chave em termos de P&D em 2017, demonstraram redução de poder de encadeamento entre 2011 e 2014. Avaliando esse resultado desagregado setorialmente, esta dinâmica pode ser explicada pela gradativa queda do poder de encadeamento tecnológico da atividade 'Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias' e da relevante expansão do segmento 'Fabricação de outros equipamentos de transporte' em 2017. Além destas atividades, os outros quatro segmentos que compõem o grupo MIE não apresentaram indicadores superiores a 1 entre 2011 e 2017.

No que diz respeito aos grupos setoriais ELG, IEX, SIR e MDF, todos demonstraram encadeamentos inferiores a 1 nos fluxos intermediários de P&D, tanto em ligações para trás como para frente. Entretanto, os resultados dos índices de encadeamento em P&D do segmento 'Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis' devem ser destacados, pois é a única atividade do grupo MDF que revela-se como setor-chave. Não obstante, este segmento demonstrou sucessivos enfraquecimentos de encadeamento tecnológico no período analisado, sobretudo nas ligações para trás (BL).

Tabela 4.15 - Índices de encadeamento BL e FL em P&D das atividades

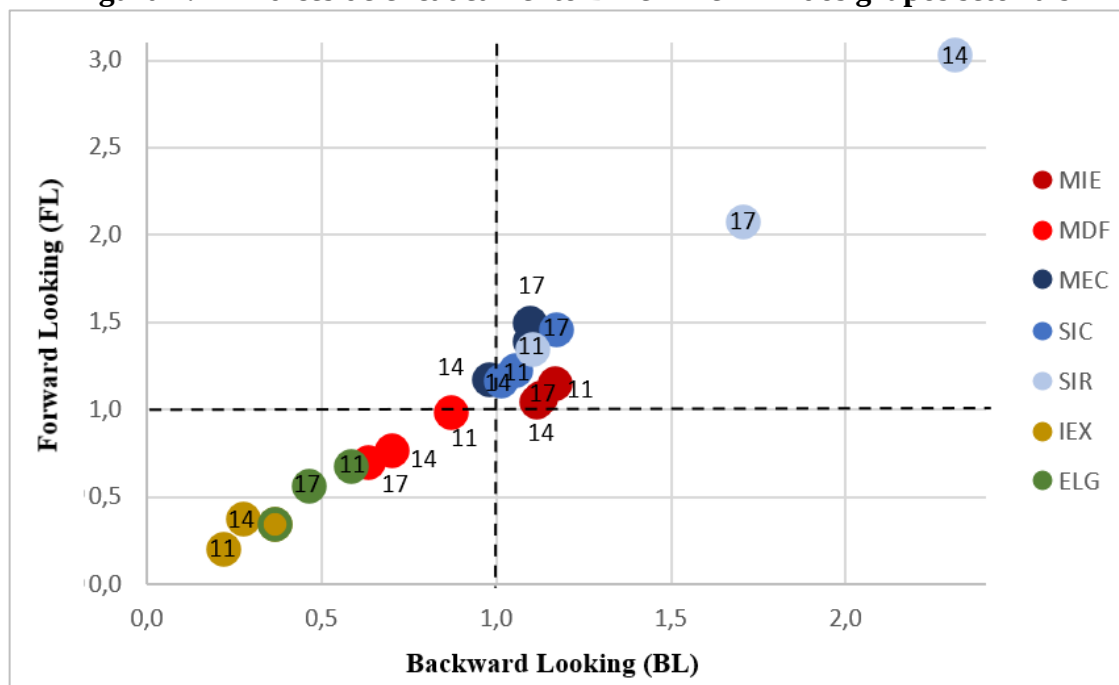
Grupos Setoriais	Atividades	BL			FL		
		2011	2014	2017	2011	2014	2017
-	Indústrias extrativas (IEX)	0,32	0,32	0,40	0,37	0,42	0,41
MDF	Fabricação de produtos alimentícios	0,40	0,38	0,34	0,18	0,20	0,24
	Fabricação de bebidas	0,46	0,30	0,30	0,23	0,08	0,11
	Fabricação de produtos do fumo	0,00 ¹	0,00 ¹	0,17 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹	0,00 ¹
	Fabricação de produtos têxteis	0,52	0,32	0,24	0,30	0,16	0,13
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,28	0,29	0,22	0,10	0,14	0,11
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	0,74	0,83	0,68	0,45	0,58	0,51
	Fabricação de produtos de madeira	0,48	0,33	0,00	0,28	0,17	0,00
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,71	0,62	0,48	0,55	0,49	0,42
	Impressão e reprodução de gravações	0,31	0,45	0,25	0,06	0,27	0,08
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	1,33	1,03	0,68	2,38	1,87	1,23
	Fabricação de produtos de metal	0,62	0,44	0,42	0,47	0,28	0,29
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,00 ¹	0,00 ¹	0,38	0,00 ¹	0,00 ¹	0,16
MIE	Fabricação de artigos de borracha e plástico	0,89	0,77	0,67	0,67	0,68	0,67
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,49	0,55	0,68	0,23	0,35	0,55
	Metalurgia	0,68	0,53	0,52	0,83	0,61	0,60
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	1,86	1,50	1,20	1,67	1,31	1,09
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	2,13	2,44	5,11	1,76	2,07	4,85
	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	0,41	0,52	0,43	0,16	0,33	0,28
MEC	Fabricação de produtos químicos	1,65	1,09	0,82	3,08	1,91	1,56
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	2,25	2,09	2,01	1,89	1,79	1,81
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,00 ¹	1,78	1,17	0,00 ¹	1,62	1,09
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,38	2,04	1,07	1,20	2,01	0,98
	Fabricação de máquinas e equipamentos	0,99	1,00	0,83	0,84	0,86	0,74
-	Eletricidade e gás (ELG)	0,47	0,56	0,32	0,40	0,33	0,27
SIR	Edição e gravação e edição de música	0,17	0,17	0,15	0,09	0,08	0,08
	Telecomunicações	0,91	0,41	0,31	1,09	0,40	0,30
SIC	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	1,13	1,54	1,26	1,29	1,85	1,68
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	4,40	4,70	6,89	5,41	6,13	7,77

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: ¹Dados não contemplados na PINTEC.

Com relação aos fluxos intermediários tecnológicos sob a ótica mais ampla das Atividades Inovativas (Figura 4.2), os Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR) chamam atenção. Enquanto em 2011 os grupos setoriais MIE, MEC, SIC e SIR apresentavam índices de encadeamento em patamares análogos, no ano de 2014 todos demonstraram retrocesso do poder de encadeamento tecnológico em AI, com exceção do enorme avanço observado nos SIR. Em 2017, apesar de reversão dessa tendência, os SIR ainda manifestam como o grupo setorial

melhor posicionado tecnologicamente em termos de AI. Em menor medida os grupos setoriais MIE, MEC e SIC também se apresentam como grupos setoriais estratégicos em AI.

Figura 4.2 - Índices de encadeamento BL e FL em AI dos grupos setoriais



Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: 11, 14 e 17, referem-se aos anos de 2011, 2014 e 2017, respectivamente. Os grupos SIR, IEX e ELG foram rotulados apenas no ano de 2017.

Ao apreciar os resultados em nível setorial (Tabela 4.16), o segmento de ‘Telecomunicações’ deu um salto no poder de encadeamento para trás e para frente entre 2011 e 2014, com reversão em 2017. Já, com relação aos SIC, observa-se dinâmica oposta nas atividades ‘Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos’, evidenciando os maiores índices BL e FL entre os setores analisados. Apesar do segmento de ‘Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras’ apresentarem ligações tecnológicas para frente relevantes, ainda apresenta em 2017 índices menores que 1.

No caso das MEC, os segmentos baseados em ciência ‘Fabricação de produtos químicos’ e ‘Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos’ novamente demonstram influência tecnológica. Já, entre os manufaturados especializados, destaca-se a intensificação do poder de encadeamento das atividades de ‘Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos’ no período, em detrimento do arrefecimento das ligações tecnológicas em AI do segmento ‘Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos’.

No que se refere às Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), novamente o segmento ‘Fabricação de outros equipamentos de transporte’ se destaca, seguido por ‘Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias’. As atividades de ‘Fabricação de artigos de

borracha e plástico’ também apresentaram índices superiores à média em 2011 e 2017. Já o setor de ‘Metalurgia’, que apresentava relevância nas ligações de AI em 2011, tanto no BL como FL, demonstrou arrefecimento nos períodos seguintes.

Tabela 4.16 - Índices de encadeamento BL e FL em AI das atividades

Grupos Setoriais	Atividades	BL			FL		
		2011	2014	2017	2011	2014	2017
-	Indústrias extrativas (IEX)	0,22	0,27	0,36	0,20	0,38	0,35
MDF	Fabricação de produtos alimentícios	0,86	0,63	0,61	0,91	0,61	0,59
	Fabricação de bebidas	0,98	1,18	0,81	0,70	0,94	0,55
	Fabricação de produtos do fumo	0,70	0,49	0,60	0,46	0,29	0,38
	Fabricação de produtos têxteis	0,80	0,72	0,45	0,73	0,68	0,33
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,55	0,59	0,53	0,31	0,36	0,35
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	0,93	0,77	0,64	0,59	0,49	0,40
	Fabricação de produtos de madeira	1,01	0,84	0,71	0,89	0,74	0,55
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,85	0,74	0,77	0,82	0,73	0,77
	Impressão e reprodução de gravações	1,70	0,89	0,68	1,64	0,72	0,45
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	0,82	0,65	0,59	1,38	1,01	0,99
	Fabricação de produtos de metal	1,04	0,90	0,84	0,97	0,93	0,86
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,54	0,52	0,49	0,36	0,37	0,34
	Fabricação de artigos de borracha e plástico	1,19	0,90	1,09	1,31	0,96	1,25
MIE	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,79	0,98	0,82	0,63	0,90	0,67
	Metalurgia	1,17	0,68	0,55	1,80	0,92	0,63
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	1,28	1,15	1,34	1,02	0,95	1,20
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	1,55	3,54	3,36	1,23	3,18	3,09
	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	0,82	0,78	0,80	0,52	0,53	0,57
	Fabricação de produtos químicos	1,08	0,86	1,07	1,94	1,53	2,11
MEC	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1,40	1,28	1,39	1,17	1,09	1,21
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,00 ¹	1,09	1,34	0,00 ¹	0,94	1,26
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,24	1,19	1,03	1,02	1,06	0,88
	Fabricação de máquinas e equipamentos	0,93	0,89	0,84	0,75	0,77	0,73
	Eletricidade e gás (ELG)	0,58	0,37	0,46	0,68	0,34	0,56
SIR	Edição e gravação e edição de música	0,48	0,29	0,24	0,48	0,21	0,17
	Telecomunicações	1,34	3,13	2,25	1,67	4,18	2,78
SIC	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	0,88	0,91	0,98	1,00	1,02	1,26
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	2,27	1,77	3,35	2,81	2,18	3,73

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020). Nota: ¹Dados não contemplados na PINTEC.

Como pode-se verificar na Figura 4.2, os grupos setoriais ELG, IEX e MDF também demonstraram incapacidade de realizar ligações tecnológicas relevantes em termo de AI. Conforme a Tabela 4.16, alguns segmentos do grupo MDF demonstravam no início do período analisado índices superiores a 1, como os setores de ‘Fabricação de coque, derivados do

petróleo e de biocombustíveis’ e ‘Impressão e reprodução de gravações’. Entretanto, em 2017, essas manufaturas tradicionais não apresentaram relevância nos fluxos intermediários de Atividades Inovativas considerando a perspectiva de estrutura padrão.

4.3.3. Extração hipotética: a importância da P&D e AI dos SIC no Brasil

A Tabela 4.17 apresenta os efeitos totais da Extração Hipotética de cada grupo setorial na estrutura produtiva, ou seja, considerando tanto os efeitos para trás (*backward linkages*) como os para frente (*forward linkages*). Nesse sentido, a análise busca demonstrar quais grupos setoriais possuem P&D e AI mais relevantes, em termos totais de absorção e transbordamento. Conforme os resultados, em relação ao P&D, os grupos que mais impactam tecnologicamente no ano de 2017 são MIE, MEC, SIC e MDF, conforme *ranking*.

Ao qualificar estes resultados, conforme Gráfico 4.1, pode-se observar que os SIC foram as únicas atividades a demonstrarem crescimento expressivo do seu efeito em P&D no período 2011-2017 (9,3 pp.). Com exceção do acréscimo marginal verificado no grupo ELG, todos os grupos setoriais apresentaram decréscimo de importância da P&D no período analisado. Além disso, as MDF lograram o pior resultado: decréscimo de quase 5 pp. no interregno analisado.

Tabela 4.17 - Efeito da extração hipotética dos grupos setoriais na P&D e AI em milhões R\$ e em proporção (%)

P&D	2011		2014		2017		
	Valor (R\$)	% P&D	Valor (R\$)	% P&D	Valor (R\$)	% P&D	Rank
MIE	6.475,7	37,5%	6.769,8	35,5%	6.269,1	37,0%	1
MEC	5.047,5	29,2%	6.533,4	34,3%	4.857,9	28,7%	2
SIC	3.323,1	19,2%	4.578,1	24,0%	4.822,4	28,5%	3
MDF	4.689,8	27,1%	5.703,4	29,9%	3.847,4	22,7%	4
SIR	1.669,0	9,7%	1.197,6	6,3%	1.048,8	6,2%	5
IEX	797,4	4,6%	939,6	4,9%	934,0	5,5%	6
ELG	497,2	2,9%	580,0	3,0%	487,1	2,9%	7
AI	2011		2014		2017		
	Valor (R\$)	% AI	Valor (R\$)	% AI	Valor (R\$)	% AI	Rank
MIE	20.479,9	35,8%	22.021,8	34,7%	14.811,5	33,1%	1
MDF	21.875,4	38,2%	21.900,4	34,5%	13.165,8	29,4%	2
MEC	12.457,7	21,8%	14.621,1	23,0%	11.458,4	25,6%	3
SIR	6.839,4	11,9%	13.138,1	20,7%	7.186,9	16,1%	4
SIC	6.787,4	11,9%	7.344,0	11,6%	6.703,4	15,0%	5
IEX	1.852,6	3,2%	2.609,6	4,1%	1.904,0	4,3%	6
ELG	2.193,1	3,8%	1.772,8	2,8%	1.723,6	3,9%	7

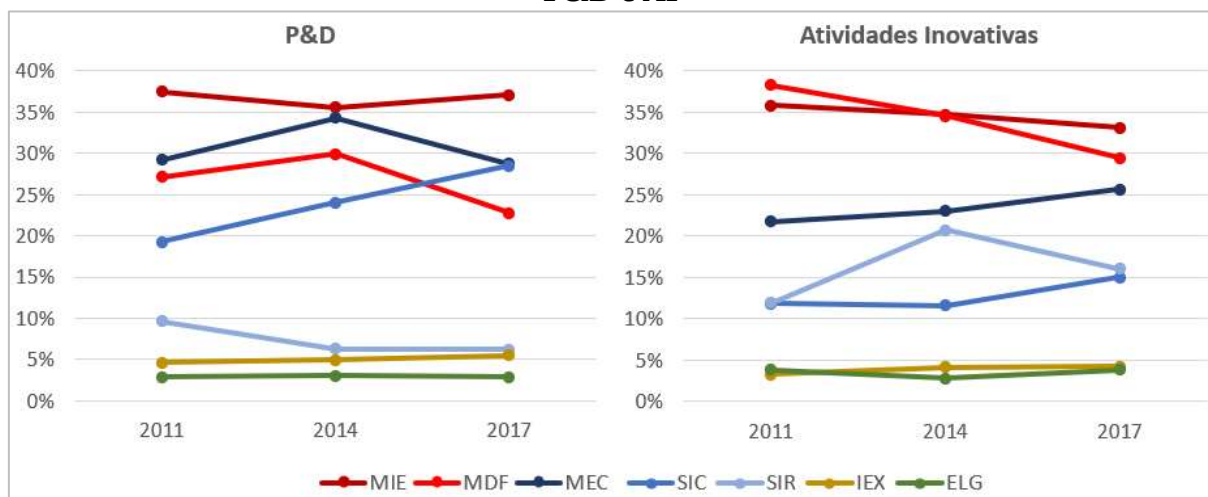
Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Estes resultados reafirmam a importância dos SIC para a P&D no Brasil, e corroboram os achados de Mas-Verdú et al. (2011) para a economia espanhola: as atividades SIC

demonstram efeitos tecnológicos semelhantes aos dos setores manufatureiros, além de indicarem uma intensificação dessa relevância em relação a outros setores. Entretanto, como observado, esses resultados confirmam a divergência em relação às conclusões de Gonçalves e Ferreira Neto (2016), uma vez que os grupos IEX e ELG apresentam os menores efeitos quando desconsiderados dos fluxos setoriais de inovação.

No que diz respeito às Atividades Inovativas (AI), os SIC perdem sua posição de destaque, apresentando efeitos menores em relação aos observados na medida de P&D (15% contra 28,5%). Além disso, nesses termos, os grupos MDF e SIR elevam suas relevâncias para o sistema de inovação brasileiro. Esse resultado sugere que, no Brasil, existe uma maior correlação entre as densidades dos setores na estrutura produtiva e o efeito da difusão tecnológica, em detrimento da relação entre intensidade de inovação e difusão tecnológica, como expresso em Rodriguez (2013). Em outras palavras, embora os SIC apresentem as maiores intensidades em P&D e AI (Tabela 4.10), setores menos intensivos em inovação ainda proeminentes na economia brasileira, como as MDF, continuam apresentando importância na análise de fluxos tecnológicos menos complexos.

Gráfico 4.1 - Efeito em proporção (%) da extração hipotética dos grupos setoriais na P&D e AI



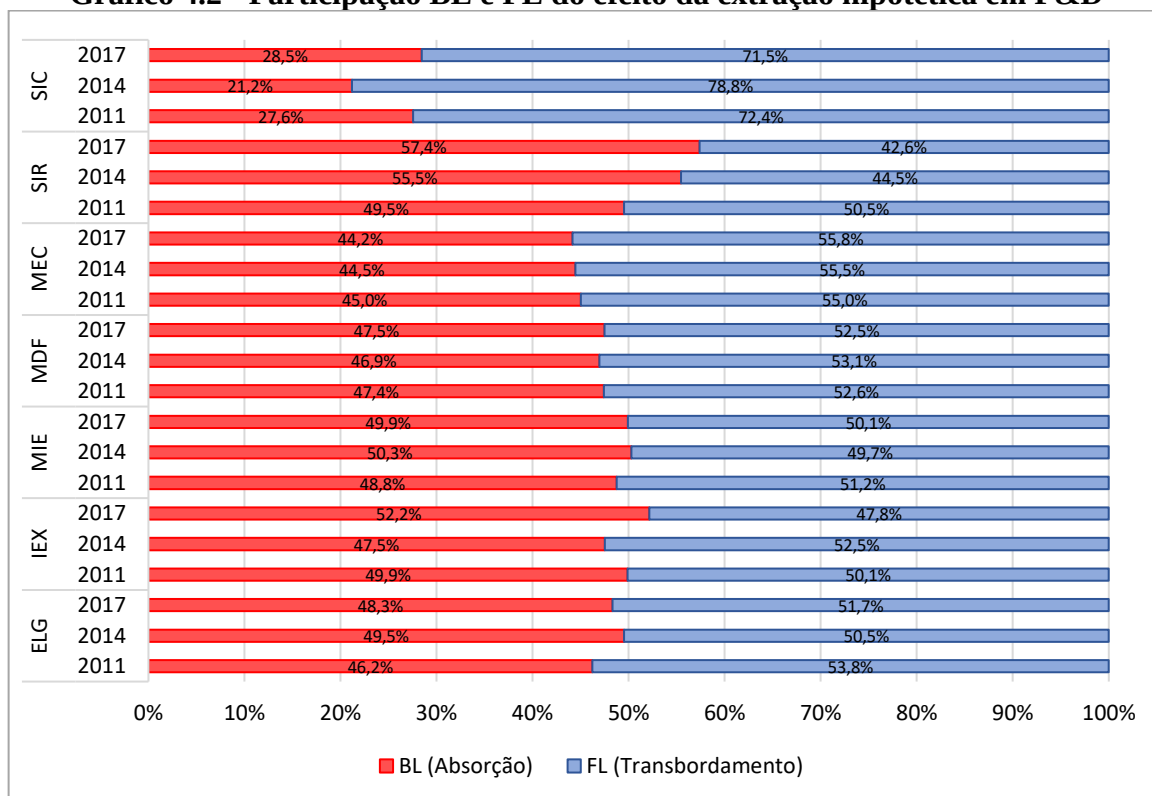
Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Entretanto, deve-se considerar que as atividades de manufaturas tradicionais (MIE e MDF) perderam espaço percentual em AI no período analisado. Por outro lado, as atividades MEC, SIR e SIC apresentaram ampliação da relevância tecnológica em termos de AI, entre 2011 e 2017. Esse resultado indica que as atividades inovativas estão se intensificando em grupos setoriais associados a tecnologias emergentes e atenuando a importância tecnológica de

grupos setoriais mais tradicionais. Por fim, assim como na medida de P&D, os grupos setoriais IEX e ELG obtiveram resultados à margem dos outros agrupamentos considerados.

O Gráfico 4.2 e Gráfico 4.3 apresentam a proporção dos efeitos para trás (BL) e para frente (FL) da extração hipotética dos grupos setoriais dos fluxos setoriais de inovação de P&D e AI, respectivamente. Pode-se observar, tanto em termos de P&D e AI, que os SIC demonstram efeitos de transbordamento (FL) superiores ou próximos a 70% do efeito total. O grupo MEC também demonstra, em menor medida, aptidão para impactos para frente nos fluxos tecnológicos, com valores superiores a 55% de FL. Essa característica confirma que esses grupos setoriais demonstram realizar mais transbordamentos do que a característica de absorver tecnologia.

Gráfico 4.2 - Participação BL e FL do efeito da extração hipotética em P&D

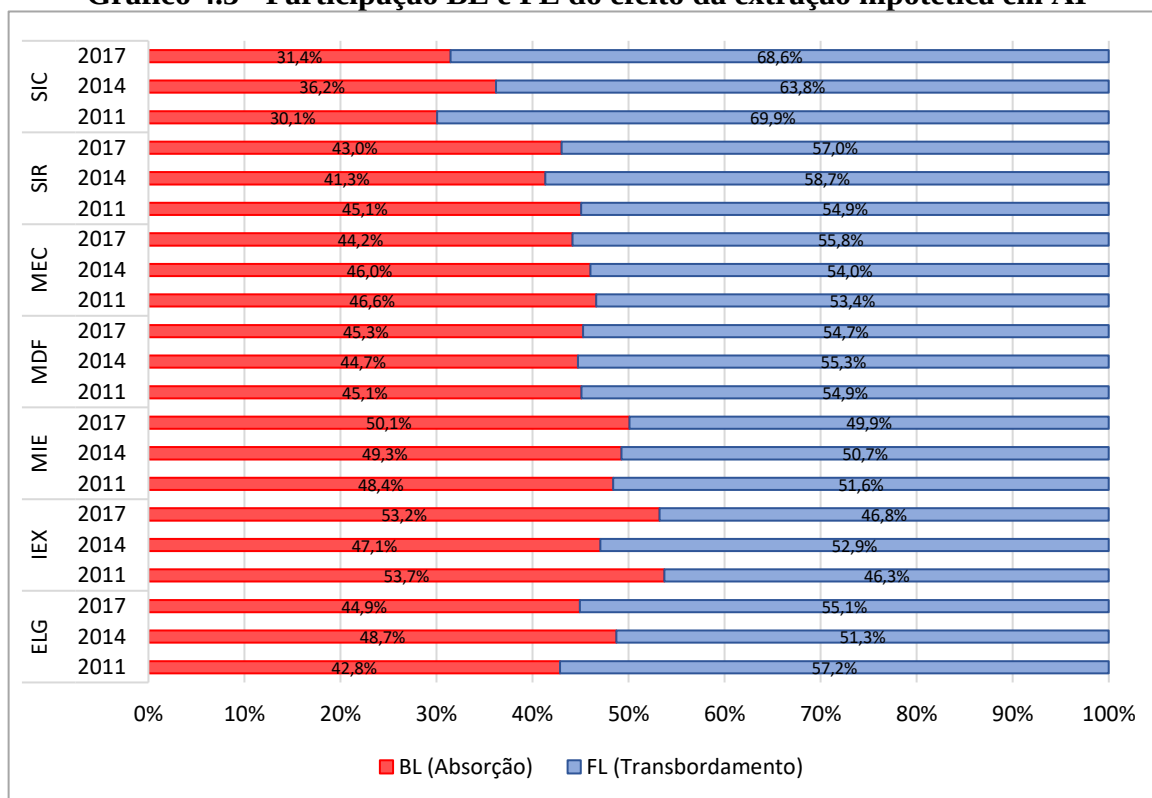


Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Os manufaturados tradicionais (MIE e MDF) em termos de P&D demonstram maior equilíbrio entre os efeitos para frente e para trás, já em atividades inovativas (AI) o MDF demonstra efeitos maiores de transbordamento. Esse resultado também pode ser observado no grupo ELG e, sobretudo, nos SIR. Em termos gerais, observa-se que os setores com maior intensidade tecnológica (SIC e MEC) tendem a transbordarem mais P&D em relação a absorção. Por outro lado, os setores com menor intensidade tecnológica (ELG, IEX e MDF)

geralmente absorvem mais ao adquirir P&D de outras áreas. Quando atividades inovativas mais amplas e menos complexas são consideradas, essa tendência não é observada.

Gráfico 4.3 - Participação BL e FL do efeito da extração hipotética em AI



Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Ao realizar uma análise integrada dos resultados, pode-se concluir que MIE e MEC são as atividades mais importantes para os fluxos setoriais de inovação no Brasil. Essa relevância decorre do fato de que essas atividades desempenham um papel crucial como transmissoras e absorvedoras de tecnologia na estrutura produtiva brasileira.

Apesar de não figurar entre os maiores efeitos observados no AI, o grupo setorial SIC também apresentou resultados expressivos: i) em termos de P&D demonstrou impacto alto de 28,5%, valores análogos aos observados nos manufaturados mais intensivos em tecnologia (MEC); ii) em perspectiva temporal, logrou o maior crescimento da importância tecnológica para a economia brasileira. Logo, evidencia-se contribuição relevante e importância crescente das atividades SIC para o sistema de inovação da economia brasileira.

Por fim, a seção propõe mensurar medidas de efeitos totais da extração dos SIC da matriz de fluxos tecnológicos sobre a absorção de inovação dos demais grupos setoriais analisados. Novamente, são considerados conjuntamente os efeitos para trás (*backward*

linkages), por meio da retirada da coluna das atividades SIC, e os efeitos para frente (*forward linkages*), com base na exclusão da linha do grupo SIC.

Esta avaliação procura identificar quais grupos setoriais possuem maior interdependência com as atividades SIC. Os efeitos podem ser captados em termos monetários e proporcionalmente. Essa proposta metodológica também possibilita analisar os conceitos restrito (P&D) e amplo (AI) do esforço tecnológico.

Em termos de P&D, os resultados apresentados da Tabela 4.18 e do Gráfico 4.4 indicam que as atividades mais interdependentes com a inovação dos SIC, com valores situados no intervalo entre 500 e 700 milhões de reais, são: ‘Administração pública e outros serviços pessoais e sociais’ (Adm. e pessoais), ‘Serviços de Infraestrutura Física’ (SIF) e ‘Manufaturas Intensivas em Escala’ (MIE). Em 2017, os valores de efeito para esses grupos foram de R\$690 milhões, R\$575 milhões e R\$555 milhões, respectivamente.

Tabela 4.18 - Efeito da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais em valor (milhões R\$) e proporção (%)

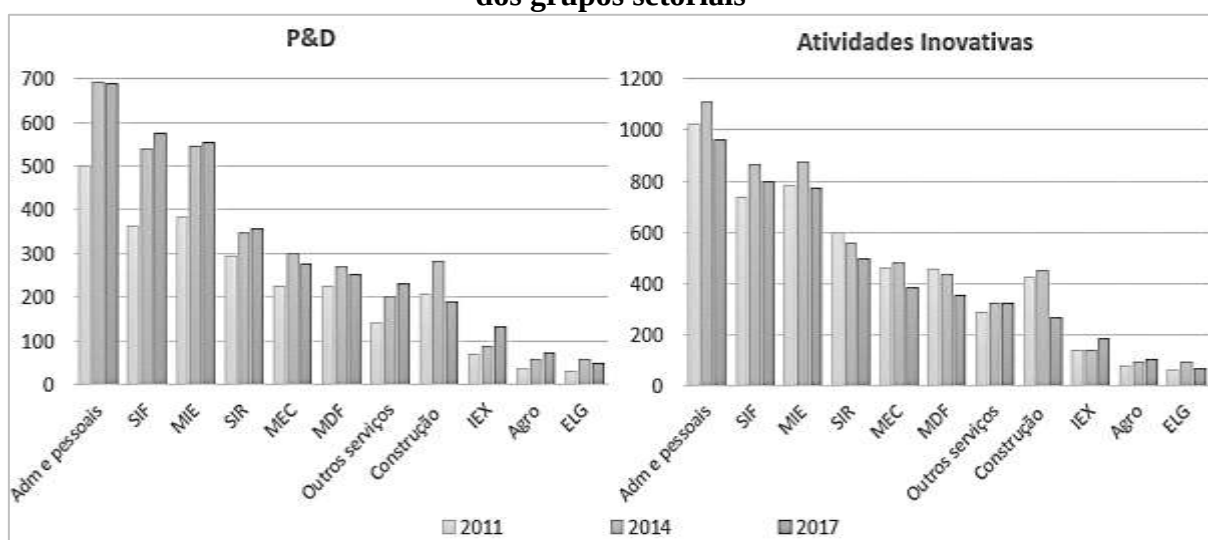
P&D	2011		2014		2017		
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Rank
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	293,1	30,8%	348,9	52,2%	355,8	59,3%	1
Administração pública, serviços pessoais e sociais	500,0	41,5%	691,9	50,9%	689,9	53,4%	2
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	361,6	11,8%	538,6	45,2%	574,3	48,6%	3
Outras atividades de serviços	140,4	27,1%	199,9	33,8%	231,4	37,9%	4
Indústrias extrativas (IEX)	68,4	17,2%	86,4	21,5%	133,0	26,0%	5
Eletricidade e gás (ELG)	30,8	14,8%	56,3	21,9%	48,6	23,4%	6
Construção civil	206,9	17,2%	281,7	20,7%	189,6	21,7%	7
Agropecuária	36,7	10,7%	57,8	12,2%	72,0	14,7%	8
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	383,0	8,7%	544,4	12,2%	554,9	12,7%	9
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	223,9	7,4%	271,1	9,3%	253,0	10,5%	10
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	224,8	7,0%	299,9	7,2%	276,0	9,4%	11
Atividades Inovativas	2011		2014		2017		
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Rank
Administração pública, serviços pessoais e sociais	1.021,2	27,7%	1.109,9	24,4%	959,0	29,2%	1
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	738,7	24,2%	864,0	23,4%	798,4	28,7%	2
Outras atividades de serviços	286,8	17,6%	320,7	16,1%	321,7	20,8%	3
Indústrias extrativas (IEX)	139,8	15,1%	138,6	12,4%	184,8	17,8%	4
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	598,6	15,3%	559,7	7,6%	494,6	12,0%	5
Construção civil	422,6	9,5%	451,9	9,6%	263,6	10,7%	6
Eletricidade e gás (ELG)	63,0	6,8%	90,4	11,5%	67,6	9,2%	7
Agropecuária	74,9	7,6%	92,7	7,4%	100,0	8,2%	8
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	782,2	5,6%	873,4	6,0%	771,3	7,5%	9
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	459,1	5,8%	481,1	5,2%	383,7	5,6%	10
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	457,3	3,2%	434,9	3,6%	351,7	4,3%	11

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Pode-se verificar setores com níveis médios de intensidade tecnológica com os SIC, no patamar entre 200 e 400 milhões de reais: SIR, MEC, MDF e Outros Serviços. Por último, em nível inferior a R\$200 milhões, os grupos com menor efeito em termos nominais estão IEX, Agropecuária (Agro) e ELG.

Em relação aos resultados das Atividades Inovativas, os diferentes níveis são ampliados: alto (R\$700 – R\$1100); médio (R\$200 – R\$600) e baixo (< R\$200); porém os resultados nominais demonstram os mesmos grupos nas respectivas intensidades verificadas em P&D. Por outro lado, as dinâmicas da intensidade do efeito no tempo são dissonantes entre as medidas de P&D e AI. Com relação aos resultados de P&D, observa-se: i) intensificação do efeito entre 2011 e 2014 em todos os grupos; ii) ampliação marginal do efeito entre 2014 e 2017 em 7 grupos (Adm. e pessoais; SIF; MIE; Outros serviços; Agropecuária; IEX); iii) e quatro grupos apresentaram redução no período 2014-2017 (MEC; MDF; ELG).

Gráfico 4.4 - Efeito monetário (R\$ milhões) da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais



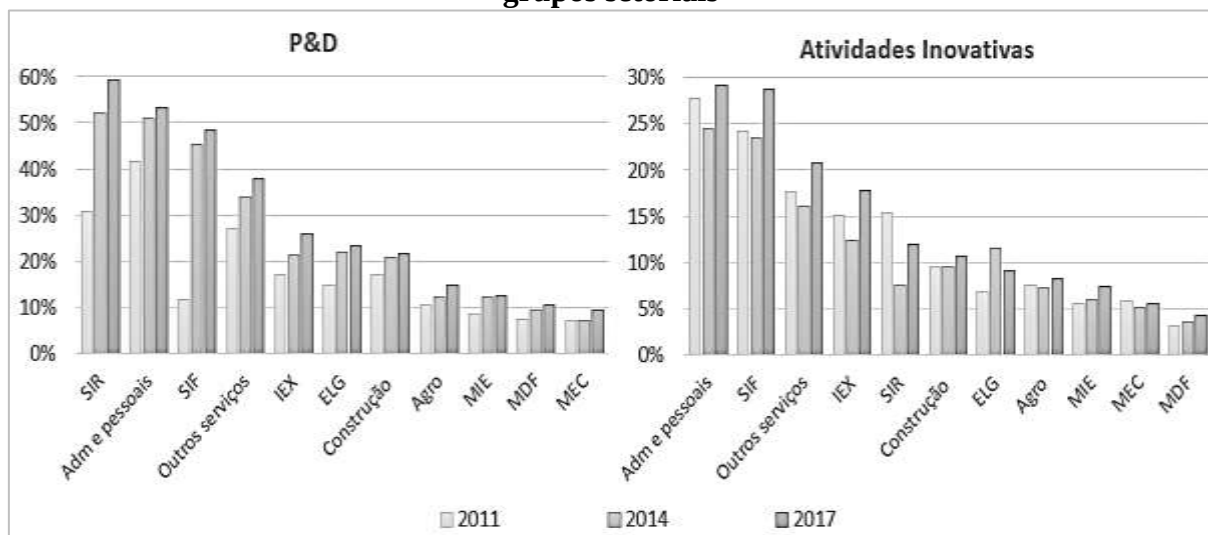
Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Já nas Atividades Inovativas, verifica-se: a) aprofundamento da intensidade entre 2011 e 2014 e posterior declínio entre 2014 e 2017 em cinco grupos (Adm. e pessoais; SIF; MEC; Construção; ELG); b) quedas sucessivas durante os triênios nas atividades SIR e MDF; c) apenas ‘Outros serviços’, IEX e Agro demonstraram intensificação em todo o período, embora de forma marginal.

Considerando os resultados proporcionais da extração hipotética (Gráfico 4.5), os efeitos da extração são maiores nas medidas de P&D em comparação às AI. No contexto do P&D, para o ano de 2017, os grupos com maior interdependência tecnológica com os SIC

(intervalo entre 40% e 60%) foram: SIR; Adm. e pessoais; e SIF. No nível moderado de efeito da extração (20% a 40%) encontram-se: Outros Serviços; IEX, ELG e Construção. Já em proporções pequenas (menores que 20%) figuram a Agro e os três grupos de manufaturados.

Gráfico 4.5 - Efeito percentual (%) da extração hipotética dos SIC na P&D e AI dos grupos setoriais



Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

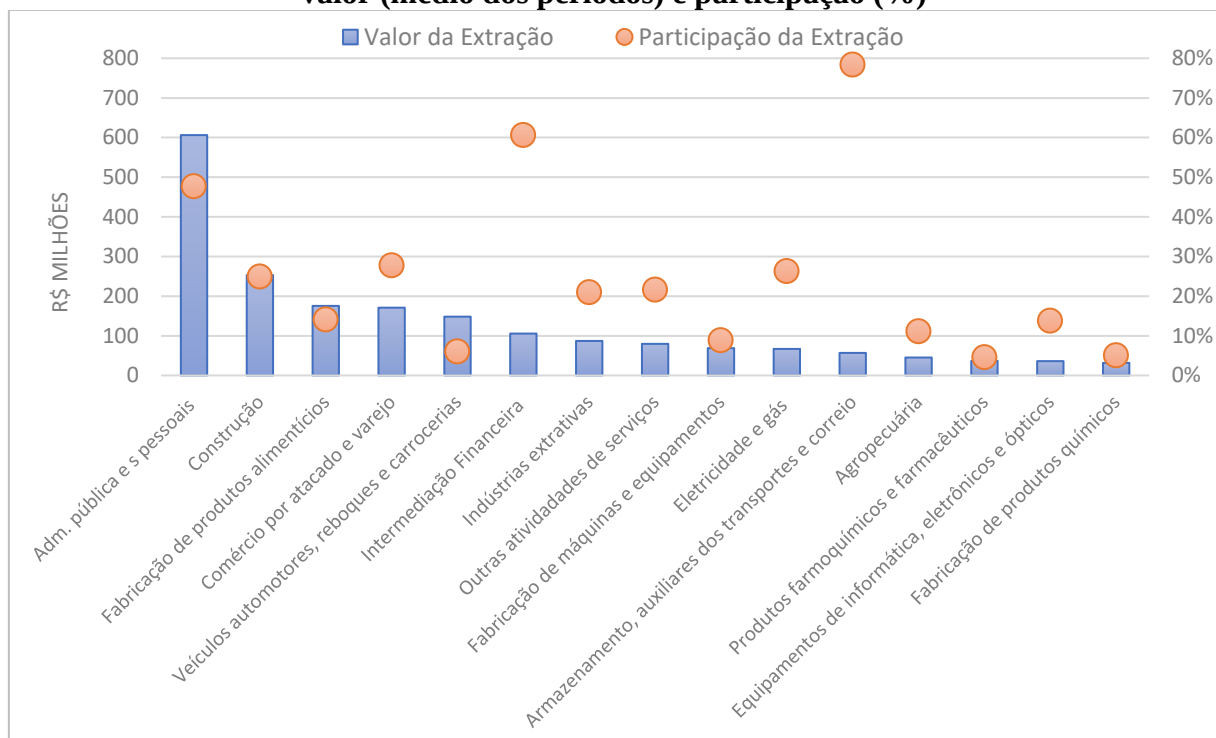
Importante ressaltar que os efeitos nominais nos setores manufatureiros são mais proeminentes do que os efeitos proporcionais, devido ao alto grau de transbordamento intrasetorial (conforme Tabela 4.9) e à menor dependência de absorção tecnológica de outros setores. Em contrapartida, os demais grupos setoriais, com baixa ou nenhuma intensidade, apresentam elevadas taxas de absorções intersetoriais. Tal dinâmica é ilustrada pelos grupos IEX e ELG, que apresentam efeitos proporcionais mais acentuados e efeitos nominais mais moderados em relação aos setores de manufatura.

Os Gráfico 4.6 e Gráfico 4.7 apresentam os principais setores afetados a partir da extração dos SIC da matriz de fluxos tecnológicos de P&D e AI, respectivamente. Conforme observa-se, tanto em termos monetários como proporcionais, a ‘Administração pública e outros serviços pessoais’ é o setor que mais depende dos fluxos de inovação dos SIC. Em P&D, por exemplo, quase metade da tecnologia absorvida desse grupo de atividades são relacionadas com as inovações dos SIC.

Também demonstraram elevada dependência tecnológica com os SIC os setores de Construção, Comércio e Atividades Financeiras. Este último setor apresentou, em termos proporcionais, efeitos superiores a 60% dada a extração dos fluxos de P&D dos SIC. Apesar de valores monetários inferiores a R\$ 100 milhões, o setor de ‘Armazenamento, atividades

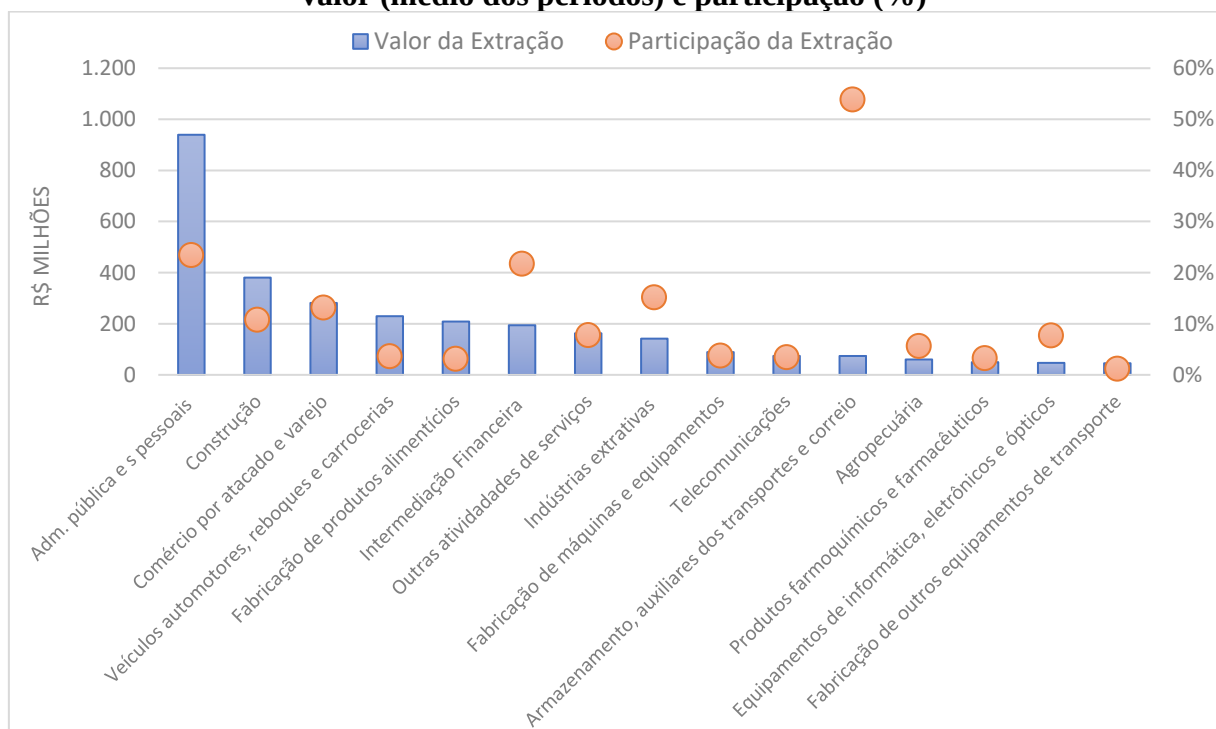
auxiliares dos transportes e correio' também exibiu elevadas proporções, tanto em termos de P&D como AI.

Gráfico 4.6 - Extração hipotética dos SIC na P&D das 15 atividades mais afetadas em valor (médio dos períodos) e participação (%)



Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Gráfico 4.7 - Extração hipotética dos SIC na AI das 15 atividades mais afetadas em valor (médio dos períodos) e participação (%)



Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Entre os manufaturados, destaca-se o setor de ‘Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias’ e ‘Fabricação de produtos alimentícios’. Este resultado associa-se com a importância desses setores para economia brasileira. Apesar de montantes monetários e proporções menores, três setores que compõem o grupo MEC também figuraram entre os 15 setores com maiores efeitos da extração dos SIC: ‘Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos’; ‘Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos’; e ‘Fabricação de produtos químicos’. Este resultado indica, ainda que em patamares pequenos, que os manufaturados mais intensivos em tecnologia (MEC), possuem potencial nas relações tecnológicas com os SIC.

Estes resultados podem ser discutidos à luz das principais conclusões apresentadas nos trabalhos de Evangelista, Lucchese e Meliciani (2013); Criaci, Montresor e Palma (2015) e Silva (2018). Com relação aos apontamentos de que a relação tecnológica dos serviços empresariais é maior com os manufaturados mais intensivos em tecnologia, como as manufaturas baseadas em ciência e fornecedoras especializadas (Evangelista; Lucchese; Meliciani, 2013), os resultados no contexto brasileiro não indicam tais apreciações. Apesar das Manufaturas Intensivas em Escala (MIE) apresentarem interdependência significativa em termos nominais e determinados setores das MEC situarem-se entre as 15 atividades com maiores efeitos da extração, os resultados demonstram que as atividades SIC possuem relações tecnológicas setoriais mais próximas com os grupos setoriais ‘Adm. e pessoais’, SIR e SIF.

Não obstante, os resultados estão em consonância com as descobertas de Criaci, Montresor e Palma (2015) para as economias da Itália e Alemanha, visto que todos os grupos setoriais ampliaram as participações no total de P&D incorporado adquirido dos SIC entre 2011 e 2017. Entretanto, deve-se ressaltar que os aprofundamentos relevantes de interdependência tecnológica com os SIC foram observados com mais evidência nos grupos compostos por serviços. Este resultado corrobora a conclusão de Silva (2018), indicando que os efeitos de transbordamento da inovação em serviços intensivos em conhecimento se concentram proporcionalmente em outros setores de serviços, em detrimento dos setores industriais brasileiros.

Considerações ao capítulo

O objetivo deste capítulo foi compreender a importância das atividades de Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) para o sistema de inovação brasileiro no período entre 2011 e 2017. A metodologia empregada baseou-se na estimação de matrizes de fluxos tecnológicos

intersetoriais por meio da integração de dados de esforço inovativo (P&D e Atividades Inovativas) com matrizes insumo-produto domésticas (IBGE). Para tanto, foram desenvolvidos indicadores para avaliar as medidas de transbordamento e absorção de inovação, com o objetivo de qualificar os fluxos de inovação. Além disso, foi aplicado o método de Extração Hipotética para quantificar a interdependência tecnológica dos SIC com a estrutura produtiva brasileira e com os demais grupos setoriais analisados.

Os resultados confirmam amplamente a primeira hipótese, segundo a qual os serviços intensivos em conhecimento destacam-se como atividade geradora de transbordamentos tecnológicos nos subsistemas da estrutura produtiva. Essa conclusão é especialmente robusta quando considerado os fluxos de inovação de P&D e menos relevante quando consideradas os transbordamentos das Atividades Inovativas. Por outro lado, os SIC demonstraram capacidade limitada de absorção de P&D e Atividades Inovativas geradas em outros setores.

A segunda hipótese foi parcialmente corroborada. As atividades SIC demonstram relevância para o sistema de inovação brasileiro comparável à das manufaturas intensivas em tecnologia nas medidas de P&D. No entanto, no que se refere às métricas de Atividades Inovativas, a importância observada mostrou-se inferior. Esse resultado está em linha com as conclusões do capítulo 3, segundo as quais os gastos em inovação dos SIC tendem a concentrar-se mais em departamentos internos de P&D do que em Atividades Inovativas externas.

Por último, os resultados contestam em certa medida a terceira hipótese. Embora o transbordamento de inovação dos SIC apresentem efeitos relevantes para os setores manufatureiros em termos nominais, esses efeitos se mostram proporcionalmente mais concentrados nos grupos de serviços, em comparação aos setores industriais brasileiros. Tal constatação reflete uma limitação do método de extração hipotética, pois, uma vez que as manufaturas dependem menos da absorção tecnológica intersetorial que os serviços, os efeitos proporcionais acabam sendo comprometidos por essa característica.

A respeito dos resultados indicarem que setores menos intensivos em inovação continuam apresentando importância na análise de fluxos tecnológicos, sobretudo as atividades menos complexas, necessita de maiores análises e reflexões. Nesse sentido, o próximo capítulo busca analisar a densidade e centralidade dos setores na estrutura produtiva com base no estudo de fluxos de bens e serviços. Assim sendo, poderemos verificar se essas atividades demonstram importância nos fluxos tecnológicos devido a sua grande participação de fluxos setoriais na estrutura produtiva brasileira.

Ademais, os resultados referentes à importância dos fluxos de inovação dos SIC para a absorção tecnológicas das atividades de ‘Administração pública e outros serviços pessoais’ devem ser ressaltados. Por conseguinte, duas discussões podem ser associadas a esse resultado: i) a importância das compras governamentais como indutores de P&D e Atividades Inovativas dos Serviços Intensivos em Conhecimento; ii) a relevância dos esforços inovativos dos Serviços Intensivos em Conhecimento como catalisadores da modernização e digitalização dos serviços públicos brasileiros.

Dada a escassez de estudos que estimam matrizes de fluxos setoriais de inovação levando em conta a heterogeneidade dos serviços, especialmente com foco em economias em desenvolvimento, este capítulo contribui para a literatura ao aprofundar a compreensão da interdependência tecnológica dos Serviços Intensivos em Conhecimento na estrutura produtiva brasileira. Além de realizar análises de períodos mais recentes em relação às observadas na literatura, o capítulo propõe a extração hipotética como mais uma metodologia capaz de mensurar a interdependência das atividades SIC com atividades, grupos setoriais e com o sistema de inovação como um todo.

Entretanto, o capítulo possui algumas limitações, como a ausência de análise dos fluxos setoriais de inovação em âmbito internacional e a omissão dos fluxos tecnológicos provenientes de investimentos. Essas restrições estão associadas à limitação de dados disponíveis, lacuna comum na investigação das atividades SIC. Além disso, esta pesquisa foi realizada para apenas uma economia em desenvolvimento (Brasil), porém as características e o papel tecnológico dos SIC podem variar de acordo com a estrutura produtiva e institucional de cada contexto.

Futuras contribuições podem focar no desenvolvimento e avaliação de dados mais abrangentes e desagregados de serviços sofisticados, bem como a aplicação de novas metodologias para mensurar a importância da geração e difusão tecnológica dos Serviços Intensivos em Conhecimento. Ademais, considerando a escassez de estudos voltados à estimativa de fluxos tecnológicos em países periféricos, futuras contribuições podem focar nessa lacuna. Por fim, faz-se necessário aprofundar as análises sobre a dependência tecnológica das atividades de Administração pública em relação aos Serviços Intensivos em Conhecimento.

5. INTERDEPENDÊNCIA DOS SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO NOS SISTEMAS PRODUTIVOS DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Introdução

Partindo da concepção da teoria evolucionária que destaca a importância da interdependência entre setores (Dosi, 2006) e fundamentado por uma análise integrada que combina setores manufaturados e serviços empresariais (Castellacci, 2008), o presente trabalho investiga a mudança das estruturas produtivas das quatro maiores economias em desenvolvimento sob a perspectiva dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC). Por meio da aplicação da análise de redes em matrizes insumo-produto, o trabalho avalia as interdependências setoriais dentro de um sistema produtivo.

Entende-se por sistema produtivo as relações interdependentes entre setores econômicos que compartilham fluxos de insumos e produtos, estruturando uma rede de produção. Essa perspectiva se aproxima do conceito de blocos de desenvolvimento (Dahmén, 1988), que destaca os encadeamentos entre setores produtivos como motores de transformação estrutural. No presente capítulo, essa abordagem se expressa por meio das ligações intersetoriais entre grupos de manufaturas e serviços empresariais que formam o núcleo da estrutura produtiva.

Nesses termos, esse capítulo busca fornecer uma compreensão intersetorial, intertemporal e comparativa da estrutura produtiva de países em desenvolvimento (Brasil, China, Índia e México). Com o objetivo de identificar limites e avanços no processo de mudança estrutural de setores tradicionais, ligados à produção em massa, para setores modernos orientados pelo paradigma da economia do conhecimento, o trabalho examina de forma aprofundada a interação e articulação dos Serviços Intensivos em Conhecimento na configuração dos diferentes sistemas produtivos.

Considerando o aumento da presença dos Serviços Intensivos em Conhecimento nas principais economias globais, a hipótese inicial sugere que países em desenvolvimento também testemunharam aumento na importância dos SIC em suas estruturas produtivas. Além disso, é pressuposto que o aumento da interdependência dos setores SIC tenha se intensificado principalmente em direção aos grupos setoriais associados paradigma da economia do conhecimento. No entanto, considerando as particularidades das estruturas produtivas de cada país em desenvolvimento, é esperado que ocorram dinâmicas distintas de adensamento produtivo.

Para tanto, realiza-se uma análise das matrizes insumo-produto domésticas do Brasil, comparada aos fluxos de bens e serviços nacionais observados na China, Índia e México, para os anos de 2000 e 2014. A utilização da metodologia de análise de redes é proposta para identificar a intensificação ou estagnação das interdependências setoriais e intersetoriais no período, com base em medidas de densidade e centralidade, além da utilização de grafos. Primeiro o trabalho propõe o cálculo de índices qualitativos de densidade setorial e intersetorial de grupos setoriais e, posteriormente, por meio de indicadores de centralidade, avalia individualmente a importância dos setores no sistema produtivo. Além disso, o trabalho também propõe a utilização de grafos para ilustrar o adensamento produtivo setorial e intersetorial de maneira multidimensional, ou seja, em termos qualitativos, quantitativos e visuais.

A base de dados empregada é a última versão da World Input-Output Database (WIOD, 2016). Os dados utilizados abrangem 36 atividades econômicas desagregadas e foi organizada em seis agrupamentos setoriais, que são divididos em dois paradigmas tecnológicos distintos: um *cluster* de setores baseado na produção em massa: Manufaturas Intensivas em Escala, Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor e Serviços de Infraestrutura Física; e outro na economia do conhecimento: Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência, Serviços Intensivos em Conhecimento e Serviços de Infraestrutura de Redes (Castellacci, 2008).

Além desta introdução, o capítulo está estruturado em mais quatro seções. Na seção subsequente são apresentados os estudos empíricos que aplicaram modelos insumo-produto e análises de redes para compreender os diferentes aspectos da interdependência entre os setores econômicos, sob a ótica dos serviços. Na segunda seção são apresentadas a metodologia para o cálculo dos indicadores e a elaboração dos grafos, a base de dados e o recorte analítico utilizado. Na terceira seção realiza-se a análise descritiva e a discussão analítica dos resultados e, por fim, são tecidas as considerações finais.

5.1. Revisão da literatura empírica sobre interdependência setorial dos serviços

Conforme apresentado na seção 2.3, autores buscaram compreender as especificidades dos Serviços Intensivos em Conhecimento, assim como os fenômenos associados a crescente interdependência dessas atividades com a estrutura produtiva. Além de ser fonte de desenvolvimento da inovação (capítulo 3) e desempenhar papel de transmissão de inovações (capítulo 4), as atividades SIC apresentam forte interação com diversas fontes de informação

para o desenvolvimento das suas bases de conhecimento e são predominantemente direcionados a outros setores através de demandas intermediárias (Hertog, 2000; Miles, 2007).

Diante disso, a análise de redes revela-se uma ferramenta valiosa na compreensão dos fluxos de produtos e serviços dentro de uma estrutura produtiva, proporcionando *insights* cruciais para compreender as mudanças setoriais nas interdependências econômicas. A precursora análise qualitativa de insumo-produto (*qualitative input-output analysis*), desenvolvida por Czayka (1972 apud Schnabl (1994)), deu início a uma extensa literatura que explorou em diversas dimensões a aplicação empírica da análise de redes em matrizes insumo-produto.

A convergência dessas metodologias foi aprimorada e aplicada em diversas áreas, desde a análise de fluxos nacionais (Tsekeris, 2017; Domínguez; Santos-Marquez; Mendez, 2021) até o exame de fluxos no comércio internacional (Escaith; Inomata, 2016; Cerina et al., 2015). Essas abordagens foram ampliadas para análises de fluxos setoriais de inovação (Silva, 2018), redes de patentes (Chang, 2020) e fluxos regionais (Schütz, 2017; Wang et al., 2021). Além disso, incorporaram-se análises em nível micro (Acemoglu et al., 2012) e aplicações que envolvem dados de emprego (Lu et al., 2023).

Nesse contexto, a predominância da literatura concentrou-se em análises das estruturas produtivas de países desenvolvidos e/ou em investigações sob a perspectiva de setores manufatureiros, em detrimento de pesquisas direcionadas a países em desenvolvimento e/ou com foco em uma maior desagregação dos setores de serviços. Não obstante, conforme exposto no decorrer dessa seção, as investigações de mudanças da estrutura produtiva de países em desenvolvimento por meio de análises aplicadas em matrizes insumo-produto, além de escassos, apresentam resultados generalistas e agregados sobre a dinâmica das interdependências setoriais dos serviços nos últimos anos.

Entre os estudos sobre fluxos intersetoriais em estruturas produtivas de países desenvolvidos, com ênfase na integração entre serviços e manufaturas, destacam-se as pesquisas de Criaci e Palma (2016) e de Antonioli, Berardino e Onesti (2020). Na sequência, a seção concentra-se nos resultados de investigações voltadas a países em desenvolvimento, com especial atenção à economia brasileira. Embora Blázquez, Díaz-Mora e González-Díaz (2020) tenham analisado uma ampla amostra de países em diferentes estágios de desenvolvimento, são discutidos resultados apenas dos países em desenvolvimento utilizados no presente capítulo.

Criaci e Palma (2016) procuram avaliar o processo de reorganização da cadeia de valor intersetorial entre os SIC e os manufaturados nos quatro principais países industrializados da UE (França, Alemanha, Itália e Reino Unido) para o período 1995–2005. Com base na análise de setores verticalmente integrados os autores verificaram o fortalecimento da interdependência entre os SIC e Manufaturados nas estruturas produtivas da França, Alemanha e Itália. No Reino Unido, a integração de SIC com a manufatura cresceu apenas no período 1995-2000, demonstrando que a especialização em SIC no Reino Unido foi orientada para criar um setor de serviços sólido, amplamente independente da indústria e competitivo em seu desempenho inovador.

Enquanto na França e na Alemanha o avanço dos SIC se direciona para uma maior integração com as manufaturas de média/alta e alta tecnologia, na Itália observa-se uma fraca integração vertical desses setores com os manufaturados de maior sofisticação tecnológica. Os autores concluem que, apesar de a integração vertical dos SIC ser mais intensa com manufaturas de média/alta e alta tecnologia, o progresso dos SIC na estrutura produtiva está profundamente relacionado à intensidade tecnológica do setor manufatureiro em questão, refletindo os padrões setoriais e tecnológicos de cada país (Criaci; Palma, 2016).

Ao expandir a análise para 19 países da União Europeia em um período mais recente (2000–2014), o estudo de Antonioli, Berardino e Onesti (2020) reforça e contrasta algumas das conclusões de Criaci e Palma (2016). Os autores identificam que Alemanha, Países Baixos e França, classificados como o "grupo líder", apresentaram um forte crescimento na integração dos Setores Intensivos em Conhecimento (SIC) à manufatura. O "grupo seguidor", composto por Itália, Espanha, Áustria, Portugal, Irlanda, Eslovênia e Eslováquia, demonstrou um nível de integração dos SIC inferior ao do grupo líder. Já o "grupo atrasado", que inclui Grécia, Lituânia, Letônia, Estônia e Chipre, exibiu uma integração dos SIC abaixo da média.

Os autores confirmam que a integração dos SIC é maior nas manufaturas de alta e média-alta intensidade tecnológica. No entanto, ao analisar a correlação entre o crescimento de indústrias com diferentes intensidades tecnológicas e o aumento da integração dos SIC em dois subperíodos distintos (pré-crise: 2000-2008 e pós-crise: 2008-2014), essa relação torna-se menos evidente. Segundo os resultados, as indústrias mais tecnológicas apresentaram maior integração com os SIC no período pré-crise, enquanto, no período pós-crise, essa integração foi mais acentuada nas indústrias de menor intensidade tecnológica. Esses achados sugerem que não há uma correlação sistemática entre a integração dos SIC e a intensidade tecnológica das manufaturas.

Dentre os estudos sobre os fluxos intersetoriais de países em desenvolvimento, o trabalho de Fornari, Gomes e Hiratuka (2016) destacam que o Brasil demonstrou queda significativa das relações intersetoriais entre serviços e indústria no período de 1995 e 2010. Além disso, apontam indicações de redirecionamento do setor de serviços para a demanda final, com perda de encadeamentos importantes do setor na estrutura produtiva, sobretudo com a indústria.

Com relação à China, por outro lado, a pesquisa apresenta uma crescente participação dos serviços na estrutura econômica da China, a qual está intimamente ligada com o aumento das relações intrasetoriais e da interação com a indústria. Já o México e a Índia, apesar de apresentarem aumento da participação de interações intra-serviços, demonstraram estagnação e queda de interdependência entre serviços e indústria, respectivamente (Fornari; Gomes; Hiratuka, 2016).

Souza, Bastos e Perobelli (2016) investigam a expansão do setor de serviços no Brasil e nos Estados Unidos, utilizando métodos aplicados a matrizes insumo-produto referentes aos anos de 2000 e 2005. Os resultados obtidos para a economia brasileira revelam que o crescimento da maioria dos setores, especialmente o de serviços, foi impulsionado principalmente pelo aumento do consumo das famílias, em detrimento de avanços relacionados a mudanças técnicas.

Entretanto, o setor de serviços empresariais, assim como os segmentos de transporte, armazenamento e comunicações, apresentou uma variação técnica positiva. Essa constatação sugere que essas atividades foram amplamente utilizadas como insumos produtivos, desempenhando um papel crucial no suporte à expansão da produção em outros segmentos da economia. Adicionalmente, é importante ressaltar que esses setores também mostraram que as exportações constituem um componente significativo da demanda final, além de terem registrado um crescimento de produtividade superior à média (Souza, Bastos, Perobelli, 2016).

No contexto da economia dos Estados Unidos, os serviços empresariais, juntamente com o comércio atacadista e varejista, e as atividades imobiliárias, destacaram-se como os setores de maior crescimento entre as atividades de serviços durante o período analisado. Apesar de apresentarem um aumento de produtividade duas vezes superior à média da economia, os serviços empresariais tiveram uma contribuição menor em termos de mudanças técnicas de produção em relação à demanda das famílias, indicando um estágio de maior maturidade desses serviços na economia norte-americana (Souza, Bastos, Perobelli, 2016).

Os estudos de Fornari, Gomes e Hiratuka (2016) e Souza, Bastos e Perobelli (2016) revelam duas limitações recorrentes na literatura existente. A primeira refere-se à utilização de períodos de análise desatualizados, resultante da escassez de bases de dados insumo-produto recentes, especialmente aquelas que permitem deflacionamento. A segunda limitação diz respeito ao elevado nível de agregação setorial dos serviços, especialmente dos Serviços Intensivos em Conhecimento, que frequentemente são agrupados com ‘Outras atividades empresariais’, as quais apresentam características econômicas e tecnológicas distintas. Este capítulo busca avançar em relação à primeira limitação e, sobretudo, superar a segunda.

Apesar de também agregar as atividades SIC nas "Outras atividades empresariais", Cheng e Daniels (2014) realizam uma análise das matrizes insumo-produto de economias desenvolvidas e emergentes, com ênfase na avaliação dos resultados da China. Com base em dados organizados em três subperíodos (meados da década de 1990, início dos anos 2000 e meados da década de 2000), os autores apresentam três principais conclusões: i) a participação dos serviços no total de insumos na China é inferior à de outras economias, independentemente dos níveis de renda; ii) a maior parte dos serviços de produção é fornecida por setores tradicionais, como comércio e transporte, em detrimento dos SIC; iii) enquanto a maioria das economias evidencia uma intensa relação intrasetorial entre os serviços, na China, a manufatura é o principal consumidor de serviços de produção.

Por outro lado, o estudo de Jin et al. (2022) aponta que a economia chinesa obteve avanços na otimização e aprimoramento da estrutura interna de serviços no período recente. Com base na análise de matrizes insumo-produto dos anos de 2002 e 2018 e por meio da análise de redes, demonstram que a China evoluiu de uma estrutura produtiva centrada em serviços tradicionais para uma maior interdependência dos serviços intensivos em conhecimento com a estrutura produtiva. Além disso, os SIC na China apresentaram, no período analisado, uma intensificação das relações com manufaturas baseadas em ciência e fornecedoras especializadas, atividades caracterizadas por alta intensidade tecnológica.

Especificamente em relação ao México, Contreras (2019) utiliza medidas de centralidade da rede para identificar atividades de serviços relevantes para a economia mexicana em 2012. Em resumo, serviços tradicionais, como transporte e alimentação, destacam-se como centrais nas redes produtivas do país, enquanto as atividades de contabilidade, gestão e tecnologia da informação aparecem em menor escala como setores estratégicos. Embora Glosh e Roy (1998) tenham sido pioneiros na aplicação dessa metodologia

em economias em desenvolvimento, ainda faltam estudos recentes que analisem a estrutura econômica interna da Índia.

Não obstante, Blázquez, Díaz-Mora e González-Díaz (2020), com base na análise de redes de fluxos de serviços incorporados nas exportações de manufaturados de diversos países no período de 1995 a 2011, demonstram que a China é o país que apresentou a melhor evolução de redes de serviços intermediários, sobretudo nos fluxos internacionais dos Serviços Intensivos em Conhecimento. Apesar da China demonstrar centralidade na *Asian Factoring*, a Índia também revelou os maiores avanços na inserção dos SIC nas Cadeias Globais de Valor. Já o México, apesar de ter reduzido sua densidade internacional de serviços, as atividades SIC apresentaram resultados favoráveis devido à sua ligação com a *North American Factory*.

Os autores concluem as economias mais avançadas ainda permaneçam no topo do *ranking* na inserção internacional de serviços, representados pelos eixos Norte Americano e Europeu, porém o avanço de posições de integração da *Asian Factory* é indubitável. Especificamente sobre a inserção dos SIC no comércio global de manufaturados, apesar de ainda serem os serviços intermediários menos conectados, são as atividades que possuem a maior diversidade de relações setoriais e o maior crescimento de inserção internacional observado nos países emergentes (Blázquez; Díaz-Mora; González-Díaz, 2020).

5.2. Fundamentação metodológica

A metodologia de análise de redes, denominada inicialmente na literatura como ‘análise qualitativa de insumo-produto’, permite revelar características estruturais de uma economia. Entre as principais ferramentas de análise de rede, o cálculo das densidades e centralidades setoriais buscam analisar e comparar as estruturas das relações intersetoriais de diferentes economias, por meio da identificação dos fluxos de demanda e oferta entre os diversos segmentos.

Para calcular os indicadores de densidade e centralidade na análise de redes, utiliza-se geralmente um valor limite predefinido (k) para identificar os fluxos relevantes (m). Em outras palavras, as matrizes de fluxos monetários são transformadas em matrizes binárias, compostas por 1s e 0s, com base em um teste lógico de “maior que” o valor mínimo estabelecido ($m \geq k$) para eliminar os fluxos intermediários irrelevantes. No entanto, de acordo com Leoncini e Montresor (2000), a escolha de um valor limite exógeno, geralmente arbitrário, é uma das principais limitações dessa metodologia pois os resultados são sensíveis à escolha do valor de corte relevante.

Com o objetivo de superar tal restrição, Leoncini e Montresor (2000) sugeriram, no lugar de um escalar único (k) para as diferentes economias, um conjunto de vetores de corte ($k_1, k_2, \dots, k_z$) formado pela distribuição ordenada dos valores da matriz de fluxos para o país z . Assim sendo, a escolha dos valores de corte é feita de forma endógena, com base nas características da amostra investigada. Como salienta Montresor e Marzetti (2009), torna-se importante evitar a escolha do corte de forma puramente arbitrária principalmente quando se pretende uma análise comparativa, entre dois pontos no tempo, de países com características e estruturas produtivas diferentes.

Para realizar as análises, são utilizadas duas abordagens distintas: uma exógena e outra endógena, ambas baseadas nos fluxos relevantes de bens e serviços intermediários consumidos entre os setores. A medida exógena considera fluxos superiores a US\$ 500 milhões para todos os países ($k \geq 500$), no caso dos indicadores de densidade e centralidade, e fluxos iguais ou superiores a US\$ 300 milhões ($k \geq 300$) para a construção dos grafos, ambos ajustados a preços do ano 2000. Esses indicadores exógenos possibilitam a comparação do adensamento produtivo dos diferentes países com base em um patamar uniforme de fluxos intersetoriais, determinado de forma arbitrária.

Já a determinação endógena dos fluxos relevantes é realizada com base na média dos fluxos entre as atividades das matrizes insumo-produto de cada país no ano 2000. As medidas endógenas (k) para cada país são as seguintes: Brasil – US\$ 234 milhões; China – US\$ 1001 milhões; Índia – US\$ 192 milhões; México – US\$ 135 milhões. A identificação endógena dos fluxos relevantes, além de tornar mais robusta a análise, permite uma comparação mais precisa da evolução dos indicadores ao longo do tempo, levando em consideração as particularidades do avanço ou limitação da estrutura produtiva de cada economia.

5.2.1. Densidade das redes de fluxos de bens e serviços

Nesse contexto, com base na matriz de fluxos intermediários relevantes de cada setor, a densidade de uma rede é calculada com base na proporção do somatório ligações relevantes (m) entre os setores/nós (k, j) em relação ao número máximo de possíveis fluxos na rede ($n(n-1)$).

$$\text{Densidade } (D) = \frac{\sum m(k,j)}{n(n-1)}, \quad 0 \leq D \leq 1 \quad (37)$$

O resultado situa-se em um intervalo entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 maior a densidade da rede em questão. A densidade da rede correspondente a um sistema produtivo pode, nessa perspectiva, ser considerada como medida qualitativa de sua coesão e diversificação

interna. Isto é, quanto maior a densidade da rede, mais conectado está o sistema produtivo e vice-versa (Goyal, 2007). Neste estudo, como já mencionado, pretende-se realizar o cálculo de índices qualitativos e quantitativos de um sistema com base em duas perspectivas: densidades setoriais e densidades intersetoriais.

A primeira nos permite analisar a intensidade dos fluxos de insumo-produto dos setores desejados, observar separadamente as densidades das ligações a montante/para trás e a jusante/para frente, bem como suas participações na densidade total. O índice de densidade para trás (doravante, IDT) calcula o número de ligações relacionadas à demanda do agregado/segmento em relação aos demais, e o índice de densidade para frente (IDF) utiliza o número de ligações do agregado/segmento como fornecedor/ofertante para a produção interna de bens e serviços (Miller; Blair, 2009).

Considerando que a proposta deste estudo prioriza as relações intersetoriais das atividades que formam o núcleo da estrutura produtiva, propõe-se construir um indicador de densidade setorial e intersetorial com base no sistema produtivo apresentado no Quadro 5.1. Dessa forma, este indicador que busca avaliar essas interações, é resultado da somatória das densidades “parciais” dos setores k com os demais setores j , com k : Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC), Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC); Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR); Manufaturas Intensivas em Escala (MIE); Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF); Serviços de Infraestrutura Física (SIF).

Assim, a densidade total (DT) pode ser descrita por (2):

$$DT = \frac{m(MEC, j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC, j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIR, j)}{n(n-1)} + \frac{m(MIE, j)}{n(n-1)} + \frac{m(MDF, j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIF, j)}{n(n-1)} \quad (38)$$

onde n = número de setores e $m(k, j)$ = número de ligações entre os setores k e j , como definido acima.

A metodologia adotada não apenas decompõe as densidades setoriais nas inter-relações entre agregados/segmentos, como também possibilita calcular a densidade total por meio da soma das densidades intersetoriais (DI) parciais. Dessa forma, o indicador em questão oferece uma ferramenta para analisar o comportamento das relações entre as diversas atividades produtivas. Considerando o foco principal do estudo, busca-se examinar as interações específicas entre os grupos de setores SIC e as demais atividades que compõem o sistema

produtivo de maneira desagregada. Para isso, utiliza-se a seguinte expressão para obter a densidade intersetorial do grupo (DI) em relação aos demais grupos de atividades:

$$DI(SIC) = \frac{m(SIC,SIC)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MEC)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,SIR)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MIE)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MDF)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,SIF)}{n(n-1)} \quad (39)$$

5.2.2. Centralidade das redes de fluxos de bens e serviços

Enquanto o indicador de densidade possibilita caracterizar quão densa é uma economia ou um grupo setorial, o cálculo da centralidade mede a importância de um nó dentro da estrutura da rede. Desse modo, o indicador de centralidade identifica a importância de setores individuais dentro da estrutura produtiva, representada pelos fluxos setoriais contidos em matrizes insumo-produto. Há diversos índices de centralidade, cada um desenvolvido para representar e interpretar um aspecto específico de relevância ou conectividade em uma rede (Leoncini; Montresor, 2000; Goyal, 2007).

Dentre elas, a mais básica, o nível da centralidade (*degree centrality*), quantifica o número de conexões que um determinado nó (setor) estabelece com os demais. Conforme Freeman (1977), o grau da centralidade é calculado pelo somatório de conexões relevantes que incidem sobre um nó/setor ($m(k, j)$), compreendida por $n - 1$ possibilidades. Assim como o índice de densidade, a centralidade também pode ser decomposta em termos de entradas (*input*) e saídas (*output*), conforme equação 4 e 5, respectivamente. Em outras palavras, a primeira perspectiva analisa a centralidade das ligações para trás (C^{IN}) de um setor por meio da soma de fluxos relevantes contidos na coluna ou, por outro ângulo, ligações para frente (C^{OUT}) de um nó através do somatório da linha de uma matriz insumo-produto.

$$C^{IN} = \sum_{j=1}^n m(k, j), \quad 0 \leq C^{IN} \leq n - 1 \quad (40)$$

$$C^{OUT} = \sum_{i=1}^n m(k, i), \quad 0 \leq C^{OUT} \leq n - 1 \quad (41)$$

Entretanto essa medida apresenta limitações na comparação de estruturas produtivas distintas, por não ser normalizada, caso o número de atividades difira entre as economias nacionais. Para resolver tal limitação, a Força da Centralidade (FC) é mensurada pelo quociente entre o grau de centralidade e o valor máximo possível de fluxos, ou seja, os outros $n - 1$ setores (Freeman, 1977). Assim, a medida normalizada assume valores entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próxima de 1, maior é a centralidade de entrada (ou saída) de um determinado nó, o que

reflete uma posição mais central na rede em relação ao volume monetário de fluxos intermediários.

$$FC^{IN/OUT} = \frac{C^{IN/OUT}}{n-1}, \quad 0 \leq FC \leq 1 \quad (42)$$

Outra medida de centralidade tradicional da análise de redes é a Hierarquia da Centralidade (HC), em que avalia se os nós (setores) apresentam centralidade ‘uniformemente distribuídas’ ou ‘hierárquicas’. De acordo com a equação 43, índices elevados (próximos de 1) indicam redes caracterizadas por amplas disparidades nas centralidades dos nós, enquanto valores baixos (próximos de 0) correspondem a redes com posições de centralidade mais homogêneas. Esses índices podem, ainda, ser decompostos em relações intersetoriais para trás (HC^{IN}) e para frente (HC^{OUT}) (Leoncini; Montresor, 2000).

$$HC^{IN/OUT} = \frac{\sum_j (C_{j*}^{IN/OUT} - C_j^{IN/OUT})}{(n-1)^2}, \quad 0 \leq HC \leq 1 \quad (43)$$

sendo C_{j*}^{IN} e C_{j*}^{OUT} , respectivamente, a centralidade de grau de entrada e de saída do setor mais central da matriz.

No contexto das aplicações abordadas neste capítulo, um valor elevado de HC está associado a sistemas produtivos cujas divisões setoriais apresentam uma configuração ‘hierárquica’, enquanto um valor reduzido indica uma distribuição mais ‘uniforme’. Estruturas hierárquicas refletem estruturas produtivas de menor complexidade e, por conseguinte, são menos favoráveis ao estabelecimento de relações inovadoras interativas quando comparadas às estruturas ‘distribuídas’ (Montresor; Marzetti, 2009).

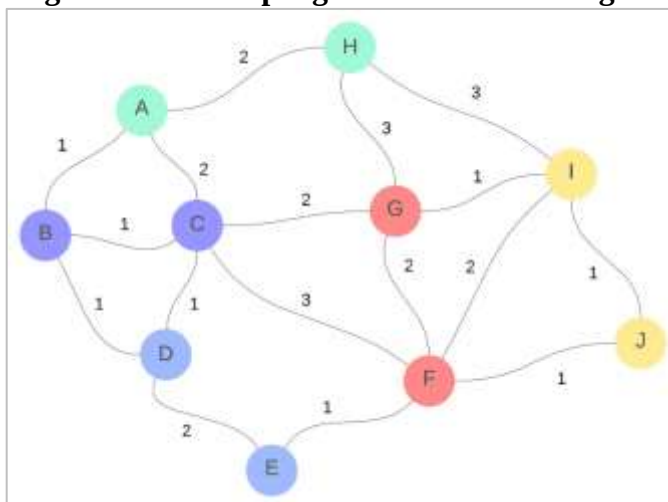
5.2.3. Análise de redes aplicada em grafos

Por fim, com base na ilustração em grafos o presente trabalho propõe realizar uma análise ilustrada qualitativa e quantitativa dos fluxos intersetoriais, permitindo assim demonstrar o avanço das densidades dos diferentes países. Dessa forma, o método possibilita uma investigação espacial de seus elementos e interações, de forma visual em 3 dimensões, ao combinar os indicadores de densidade da estrutura produtiva, intensidade dos fluxos intersetoriais e força da centralidade dos setores que formam o sistema produtivo.

As redes são formadas, como apresentado na Figura 5.1, por nós (letras que caracterizam as atividades) e linhas (arestas que ligam os nós) que representam os fluxos de compra e venda de produtos entre os segmentos. Quanto maiores as quantidades de linhas e o nível do fluxo

(aqui representado por números), mais elevado é o número de conexões entre os diferentes setores e, conseqüentemente, maior a densidade da rede analisada. Em outras palavras, isto significa que a estrutura da rede formada entre as atividades observadas é mais complexa e os encadeamentos são mais diversificados (Goyal, 2007).

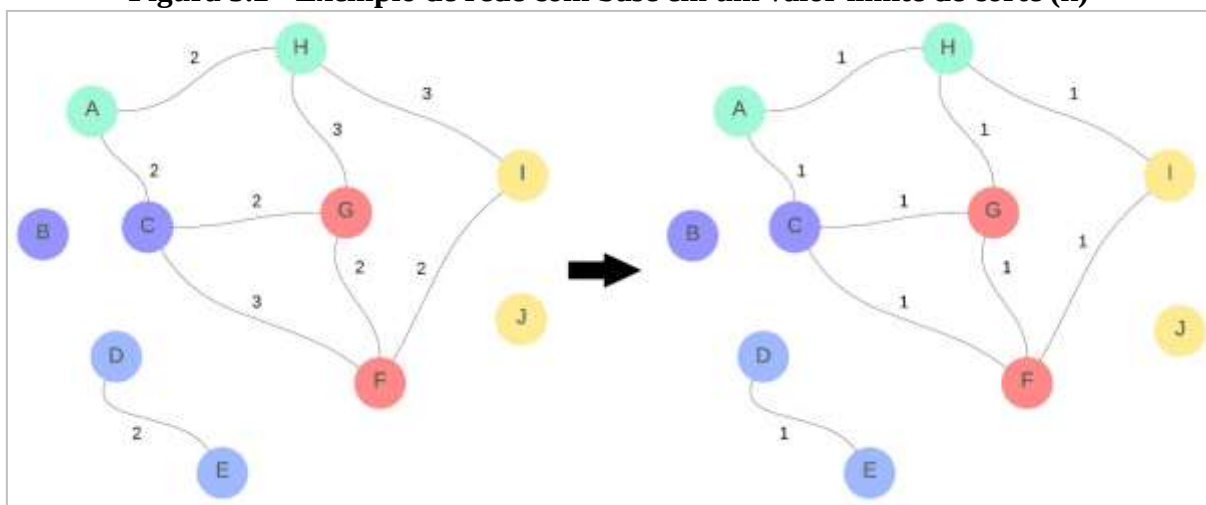
Figura 5.1 - Exemplo geral de rede em um grafo



Fonte: Elaboração própria.

Conforme mencionado o número de ligações que envolvem um nó - no caso segmentos – pode ser calculado por meio de um valor de corte (k) para determinar fluxos relevantes. Como ilustra Figura 5.2, o procedimento realizado para um hipotético $k = 1,75$ indica os fluxos (iguais a 1) relevantes que são considerados para o cálculo das densidades. Assim sendo, conforme Miller e Blair (2009), tal procedimento trabalho com uma perspectiva qualitativa para a produção de índices setoriais e intersetoriais.

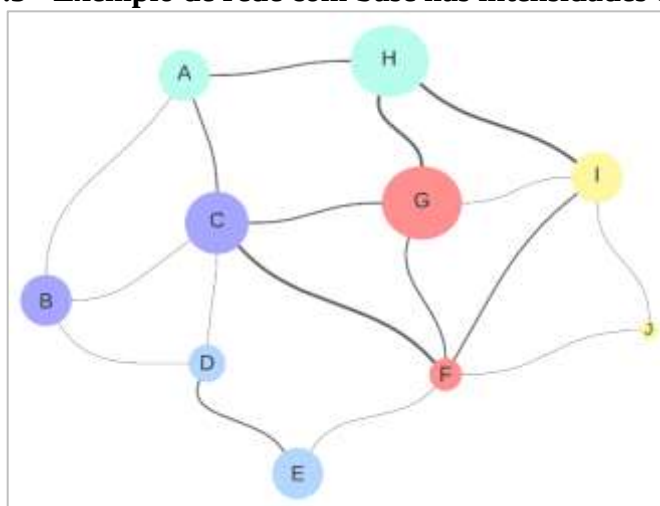
Figura 5.2 - Exemplo de rede com base em um valor limite de corte (k)



Fonte: Elaboração própria. Nota: $k = 1,75$

Não obstante, a análise espacial por meio de grafos permite investigações qualitativas e quantitativas. Assim sendo, os grafos também permitem demonstrar a intensidade dos fluxos, como demonstra a Figura 5.3, ou seja, visualizar o nível das ligações que interligam os nós. Por exemplo, a intensidade de fluxo entre os nós H e I é maior que entre H e A, à qual é mais acentuada que a ligação entre A e B. Ademais, o tamanho dos nós podem, por exemplo, representar a intensidade das relações internamente, ou seja, a densidade intrasetorial.

Figura 5.3 - Exemplo de rede com base nas intensidades dos fluxos



Fonte: Elaboração própria.

Portanto, com base na ilustração de grafos o presente trabalho propõe realizar uma análise ilustrada quantitativa dos fluxos intersetoriais, permitindo assim demonstrar as densidades dos diferentes países. A utilização dos grafos pode ser direcionada para compreender diferentes questões pertinentes a composição de fluxos entre clusters, como também avaliar de forma mais detalhada relações intersetoriais específicas dos serviços intensivos em conhecimento. Diversas plataformas disponibilizam ferramentas para a confecção de grafos, o presente trabalho utilizará o *software* livre Gephi.

5.2.4. Base de dados

A World Input-Output Database (WIOD) versão 2016 é a base de dados utilizada para realizar as análises clássicas (Socio Economic Accounts) e para a mensuração das densidades (World Input-Output Tables). A WIOD (2016) fornece as matrizes insumo-produto nacionais, dados sociais e econômicos (emprego, valor adicionado, preços do valor adicionado bruto) para 56 atividades produtivas e 43 economias, em uma série temporal de 2000 a 2014.

Apesar de possuir dados menos recentes em relação a base de dados da OECD Inter-Country Input-Output Tables, a qual disponibiliza dados até 2020, a utilização da WIOD para

as pretensões do presente trabalho se justifica por duas características não observadas na base da OECD: i) a base de dados da WIOD disponibiliza em suas matrizes maiores desagregações das atividades dos Serviços Intensivos em Conhecimento; ii) a WIOD é passível de deflacionamento das matrizes, procedimento relevante para análises expostas a grandes variações de preços ao longo do tempo, especialmente em países em desenvolvimento, onde a inflação tende a ser mais elevada, como os selecionados no presente trabalho.

A World Input-Output Tables fornece as matrizes a preços correntes e a preços dos anos anteriores, possibilitando realizar a deflação. O método foi realizado, considerando 2000 como ano base, por meio do deflator de valor bruto, removendo o efeito da inflação e preservando a estrutura de preços relativos. Esta forma de deflacionar gera menos distorções e mantém a propriedade dos encadeamentos setoriais das matrizes insumo-produto (Passoni, 2022).

Quadro 5.1 - Classificações das atividades econômicas presentes no sistema produtivo

PARADIGMA DA PRODUÇÃO EM MASSA	PARADIGMA DA ECONOMIA DO CONHECIMENTO
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE) C22: Rubber and plastic products C23: Other non-metallic mineral products C24: Basic metals C29: Motor vehicles, trailers and semi-trailers C30: Other transport equipment C31-C32: Furniture; other manufacturing	Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC) C20: Chemicals and chemical products C21: Pharmaceutical products and pharmaceutical preparations C26: Computer, electronic and optical products C27: Electrical equipment C28: Machinery and equipment n.e.c.
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF) C10-C12: Food products, beverages and tobacco products C13-C15: Textiles, wearing apparel and leather products C16: Wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials C17: Paper and paper products C18: Printing and reproduction of recorded media C19: Coke and refined petroleum products C25: Fabricated metal products, except machinery and equipment	Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) J62-J63: Computer programming, consultancy and related activities; information service activities M69-M70: Legal and accounting activities; activities of head offices; management consultancy activities M71: Architectural and engineering activities; technical testing and analysis M72: Scientific research and development M73: Advertising and market research M74-M75: Other professional, scientific and technical activities; veterinary activities
Serviços de Infraestrutura Física (SIF) G46: Wholesale trade, except of motor vehicles and motorcycles G47: Retail trade, except of motor vehicles and motorcycles H49: Land transport and transport via pipelines H50: Water transport H51: Air transport H52: Warehousing and support activities for transportation	Serviços de Infraestrutura de Rede (SIR) J58: Publishing activities J59_J60: Motion picture, video and television production, music publishing activities; programming and broadcasting J61: Telecommunications K64: Financial service activities, except insurance and pension funding K65: Insurance, reinsurance and pension funding, except compulsory social security K66: Activities auxiliary to financial services and insurance activities

Fonte: Elaborado com base em Castellacci (2008) e WIOD (2016). Nota: Classificação ISIC Ver. 4.

Conforme ilustra o Quadro 5.1, o sistema produtivo foi fundamentado pela perspectiva de paradigmas tecno-econômicos e classificações baseadas na taxonomia de padrões setoriais de inovação de Castellacci (2008). Os códigos e descrições das diferentes atividades setoriais foram mantidas de acordo com a WIOD (2016).

Além disso, na base de dados WIOD, há ausência de dados (valores zerados) em determinados segmentos dos setores SIR e SIC para diversos países. No Quadro 5.2 são apresentados os segmentos que não foram utilizados para o cálculo da densidade dos agrupamentos setoriais do Brasil, China, Índia e México.

Quadro 5.2 - Países e os respectivos segmentos com ausência de dados

Brasil	SIR: K65, K66
	SIC: M73, M74_M75
China	SIR: J58, K66, J59_J60
	SIC: M71, M73,
Índia	SIR: J58, K66, J59_J60
	SIC: M72, M73, M74_M75
México	SIC: M71

Fonte: Elaboração própria.

A título de exemplo, para os cálculos das densidades do Brasil, considera-se apenas 32 setores ($n = 32$). Ademais, com relação ao segmento '*Repair and installation of machinery and equipment*', além da ausência de dados para a maioria dos países (com exceção do México), mesmo sendo classificado como manufaturado representa frequentemente atividades relacionadas a servitização. Devidos a esses motivos, para evitar distorções, essa atividade também foi retirada da matriz de fluxos setoriais de todos os países selecionados na análise.

Por fim, justifica-se a análise comparativa das transformações das estruturas produtivas do Brasil, China, Índia e México pela representatividade desses países como principais potências emergentes no cenário econômico global. Apesar das diferenças regionais e culturais, compartilham o status de maiores economias em desenvolvimento das suas regiões (América Latina e Ásia), além de possuírem amplas extensões territoriais (> 2 milhões de km^2), populações grandes (> 120 milhões) e PIB elevado ($> \text{US}\$1,2$ trilhão), conforme dados de 2022 (World Bank, 2024).

Os agregados Recursos Naturais (A01; A02:A03; B), Serviços de Utilidade Pública (D35; E36; E37-E39), Construção (F) e Serviços Pessoais, Sociais e Artísticos (G45; I; J59-J60; L68; N; O84; P85; Q; R-S; T; U) não foram utilizados devido ao recorte (sistema

produtivo) da análise empregada. Além de tornar a análise mais prática, a remoção dessas atividades justifica-se por dois motivos: i) conforme apresentado no capítulo 3, essas atividades são pouco ou insuficientemente intensivas em inovação; ii) permite comparar adequadamente o núcleo do sistema produtivo dos países analisados, pois as atividades removidas são diretamente relacionadas às especificidades naturais e diretamente influenciadas por investimentos do Estado dos diferentes países.⁴³

5.3. Análise e discussão dos resultados

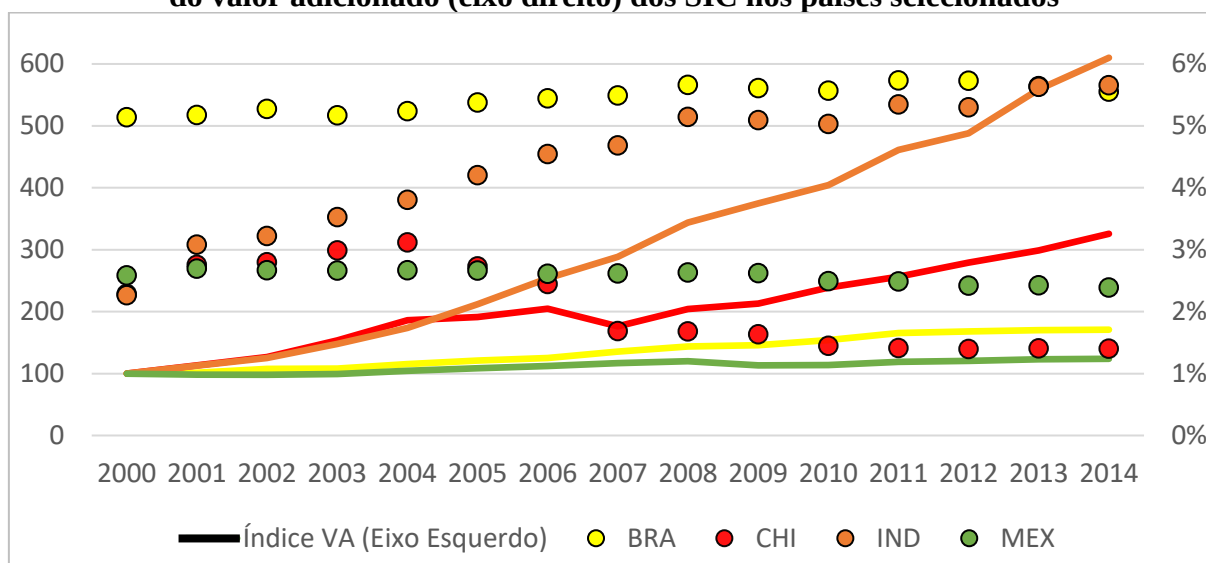
Preliminarmente, a variável clássica para avaliar a participação de atividades produtivas na estrutura econômica é o valor adicionado (VA). O Gráfico 5.1 apresenta essa variável em Índice e Participação dos Serviços Intensivos em Conhecimento em relação ao Valor Adicionado total dos países em desenvolvimento selecionados. A título de comparação, países desenvolvidos, como Alemanha, Coréia do Sul e Estados Unidos, apresentavam em 2014 participações do SIC na economia de aproximadamente 10% do valor adicionado (WIOD, 2016).

Conforme demonstrado, o Brasil e a Índia são os dois países que apresentam maior participação dos SIC no VA para o ano de 2014 (5,6% e 5,7%, respectivamente), porém os dois apresentaram trajetórias de crescimento diferentes desde o ano 2000. Enquanto a Índia experimentou um aumento de 6 vezes no valor do VA e grande aumento da participação no período de 2000 a 2014, o Brasil obteve ampliação de 70% em relação ao valor inicial de base e inexpressivo crescimento da participação relativa dos SIC.

Por outro lado, as economias da China e do México demonstraram menor participação das atividades SIC no valor adicionado total no período analisado. Enquanto a China demonstrou queda na participação de 2,3% para 1,4%, a Índia demonstrou ligeira queda de 2,6% para 2,4% dos SIC na fração total da economia, porém também com duas trajetórias distintas. Enquanto o valor agregado dos SIC chineses triplicou no período analisado, na Índia, o VA dessas atividades permaneceu praticamente estagnado, com um crescimento de apenas 20% ao longo de 15 anos. Tais observações com base em uma variável agregada, como o valor adicionado, realmente refletem a real participação da atividade dos SIC na estrutura produtiva desses países?

⁴³ Pode-se citar como exemplo, a vantagem do Brasil com relação aos Recursos Naturais e a promoção do setor de Construção por investimentos estatais na China.

Gráfico 5.1 - Índice de crescimento do valor adicionado (eixo esquerdo) e participação do valor adicionado (eixo direito) dos SIC nos países selecionados



Fonte: Elaboração própria com base na Socio Economic Accounts, WIOD (2016).

Para responder tal questão, será aplicada a metodologia de análise de redes para investigar as dinâmicas de interdependências setoriais e intersetoriais ao longo do período estudado. Utilizando medidas de densidade e centralidade, acompanhadas pela construção de grafos, será possível identificar tanto a intensificação quanto a estagnação dessas interações. Inicialmente, serão calculados índices qualitativos de densidade, que permitirão uma visão agregada dos grupos setoriais. Em seguida, os indicadores de centralidade avaliarão a relevância de cada setor dentro do sistema produtivo. Por fim, grafos multidimensionais serão empregados para representar de forma visual, qualitativa e quantitativa o adensamento dessas relações.

5.3.1. Análise dos indicadores de densidade setorial e intersetorial

Na Tabela 5.1 as densidades são calculadas considerando o valor de corte único (US\$ 500 milhões) e determinado de modo discricionário e exógeno, e na Tabela 5.2 os fluxos relevantes são determinados de forma endógena à estrutura econômica de cada país, ou seja, considerando as especificidades das diferentes economias. A primeira análise possibilita realizar uma análise comparativa entre o nível, composição e variação da densidade dos diferentes países para um determinado nível de fluxo relevante. Já a segunda análise, o interesse encontra-se na evolução/involução da variação e participação das densidades parciais dos agrupamentos no tempo em relação aos demais grupos econômicos.

Além disso, as densidades são desagregadas em densidades a montante/para trás (IDT) e a jusante/para frente (IDF). Nesse sentido, deve-se ressaltar que os serviços - principalmente os serviços intensivos em conhecimento - são mais intensivos em mão-de-obra e conhecimento

do que sua intensidade em capital. Desse modo, tais atividades apresentem aptidão natural em adensamentos para frente como ofertantes em relação as ligações para trás como demandantes nas matrizes insumo-produto.

Com relação à densidade total dos 4 países, em termos exógenos, a China apresenta a estrutura produtiva com maior densidade, com crescimento de 101,4% entre 2000 e 2014. Cabe destacar a Índia, economia que apresentou a maior variação da densidade total no período analisado, com crescimento de 152% – ultrapassando a densidade brasileira de 2014. Já, a densidade produtiva da economia brasileira e mexicana figuraram crescimento de 45,1% e 31,7%, respectivamente, sendo que o Brasil possui o dobro da densidade observada na economia mexicana.

Com relação aos índices de densidade setoriais exógenos para trás, o Brasil e a China apresentam crescimento expressivo da densidade dos SIC como demandantes nas suas estruturas produtivas no período analisado (125% e 415%, respectivamente). Apesar dos SIC não apresentarem nenhum fluxo relevante para trás no ano de 2000 na Índia, este alcançou 3,7% do total da densidade de 2014. Já o México demonstrou queda na participação e estagnação da densidade dos SIC a montante no período analisado.

Já as densidades setoriais para frente, o crescimento da participação dos SIC na economia brasileira SIC destacam-se, de 12,7% para 16,9% entre 2000 e 2014, valor evidentemente superior às observadas na China (4,8% para 10,8%), Índia (0% para 5,9%) e México (3,2% para 4,8%). Destaca-se que no Brasil, China e Índia, as atividades de serviços intensivos em conhecimento foram as que mais ampliaram sua densidade e participação como ofertantes para outras atividades econômicas.

Quanto aos índice de densidade setorial endógeno para trás (Tabela 5.2), apesar de 60% da densidade produtiva brasileira concentrar no cluster de setores de produção em massa (MIE, MDF e SIF) e os SIC possuírem a menor participação na densidade total (7,3%), nota-se que estes apresentaram a maior variação de adensamento a montante no Brasil, acompanhado das Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC).

Já para os índices a jusante (IDF), os SIC se destacam como a única atividade que ampliou sua participação como fornecedores na rede produtiva do seu sistema produtivo. Esse resultado tornou os SIC a atividade de maior adensamento produtivo a jusante dentro do cluster de atividades do paradigma da economia do conhecimento (MEC, SIC e SIR).

Tabela 5.1 - Índices de densidade setorial exógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.)

BRASIL										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,103	100,0%	0,149	100,0%	45,1%	0,103	100,0%	0,149	100,0%	45,1%
MIE	0,024	23,5%	0,036	24,3%	50,0%	0,015	14,7%	0,016	10,8%	6,7%
MDF	0,029	28,4%	0,033	22,3%	13,8%	0,019	18,6%	0,023	15,5%	21,1%
SIF	0,022	21,6%	0,030	20,3%	36,4%	0,030	29,4%	0,055	37,2%	83,3%
MEC	0,012	11,8%	0,026	17,6%	116,7%	0,010	9,8%	0,010	6,8%	0,0%
SIC	0,004	3,9%	0,009	6,1%	125,0%	0,013	12,7%	0,025	16,9%	92,3%
SIR	0,011	10,8%	0,014	9,5%	27,3%	0,015	14,7%	0,019	12,8%	26,7%

CHINA										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,316	100,0%	0,637	100,0%	101,4%	0,316	100,0%	0,637	100,0%	101,4%
MIE	0,084	26,5%	0,152	23,8%	80,8%	0,066	20,7%	0,097	15,2%	47,5%
MDF	0,069	21,8%	0,145	22,8%	110,9%	0,066	20,7%	0,162	25,5%	147,5%
SIF	0,063	20,1%	0,091	14,4%	44,1%	0,082	25,9%	0,140	22,0%	71,1%
MEC	0,081	25,5%	0,142	22,3%	76,0%	0,063	20,1%	0,100	15,7%	57,6%
SIC	0,014	4,4%	0,072	11,3%	415,4%	0,015	4,8%	0,069	10,8%	357,1%
SIR	0,005	1,7%	0,034	5,4%	540,0%	0,025	7,8%	0,069	10,8%	178,3%

ÍNDIA										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,085	100,0%	0,215	100,0%	152,7%	0,085	100,0%	0,215	100,0%	152,7%
MIE	0,030	35,1%	0,061	28,3%	103,8%	0,016	18,9%	0,033	15,5%	107,1%
MDF	0,018	21,6%	0,056	26,2%	206,3%	0,017	20,3%	0,036	16,6%	106,7%
SIF	0,015	17,6%	0,037	17,1%	146,2%	0,025	29,7%	0,062	28,9%	145,5%
MEC	0,020	23,0%	0,046	21,4%	135,3%	0,013	14,9%	0,039	18,2%	209,1%
SIC	0,000	0,0%	0,008	3,7%	-	0,000	0,0%	0,013	5,9%	-
SIR	0,002	2,7%	0,007	3,2%	200,0%	0,014	16,2%	0,032	15,0%	133,3%

MÉXICO										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,053	100,0%	0,070	100,0%	31,7%	0,053	100,0%	0,070	100,0%	31,7%
MIE	0,005	9,5%	0,018	26,5%	266,7%	0,013	23,8%	0,016	22,9%	26,7%
MDF	0,013	25,4%	0,018	26,5%	37,5%	0,009	17,5%	0,012	16,9%	27,3%
SIF	0,014	27,0%	0,016	22,9%	11,8%	0,016	30,2%	0,024	34,9%	52,6%
MEC	0,016	30,2%	0,010	14,5%	-36,8%	0,010	19,0%	0,007	9,6%	-33,3%
SIC	0,001	1,6%	0,001	1,2%	0,0%	0,002	3,2%	0,003	4,8%	100,0%
SIR	0,003	6,3%	0,006	8,4%	75,0%	0,003	6,3%	0,008	10,8%	125,0%

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Tais evidências também são observadas na China e Índia, os SIC foram as atividades que mais ampliaram relações intersetoriais para trás e para frente em ambas economias. Com relação a China, a participação dos SIC na densidade produtiva mais do que quintuplicou a jusante e a montante. Na Índia, tais serviços também demonstraram aumentos significativos no crescimento da participação na estrutura produtiva, com destaque para os fluxos a jusante (IDF).

Por outro lado, no México, apesar de demonstrar crescimentos em nível e em participação tímidos dos SIC, outras atividades de serviços menos sofisticados se sobressaíram, com destaque para os SIR a montante (IDT) e SIF a jusante (IDF).

Tabela 5.2 - Índices de densidade setorial endógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.)

BRASIL										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,229	100,0%	0,261	100,0%	14,1%	0,229	100,0%	0,261	100,0%	14,1%
MIE	0,058	25,6%	0,066	25,1%	12,1%	0,032	14,1%	0,035	13,5%	9,4%
MDF	0,051	22,5%	0,051	19,7%	0,0%	0,040	17,6%	0,039	15,1%	-2,5%
SIF	0,055	24,2%	0,065	24,7%	16,4%	0,069	30,0%	0,078	29,7%	13,2%
MEC	0,029	12,8%	0,035	13,5%	20,7%	0,023	10,1%	0,023	8,9%	0,0%
SIC	0,011	4,8%	0,019	7,3%	72,7%	0,032	14,1%	0,049	18,9%	53,1%
SIR	0,023	10,1%	0,025	9,7%	8,7%	0,032	14,1%	0,036	13,9%	12,5%
CHINA										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,206	100,0%	0,492	100,0%	138,5%	0,206	100,0%	0,492	100,0%	138,5%
MIE	0,054	26,0%	0,117	23,8%	118,0%	0,046	22,4%	0,072	14,6%	55,8%
MDF	0,043	20,8%	0,106	21,6%	147,5%	0,039	18,8%	0,122	24,7%	213,9%
SIF	0,042	20,3%	0,074	15,1%	76,9%	0,051	24,5%	0,114	23,1%	125,5%
MEC	0,059	28,6%	0,120	24,5%	103,6%	0,051	24,5%	0,082	16,6%	61,7%
SIC	0,005	2,6%	0,053	10,7%	880,0%	0,005	2,6%	0,057	11,6%	960,0%
SIR	0,003	1,6%	0,022	4,4%	566,7%	0,015	7,3%	0,046	9,4%	207,1%
ÍNDIA										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,179	100,0%	0,363	100,0%	102,6%	0,179	100,0%	0,363	100,0%	102,6%
MIE	0,052	28,8%	0,100	27,5%	93,3%	0,030	16,7%	0,066	18,0%	119,2%
MDF	0,048	26,9%	0,095	26,3%	97,6%	0,032	17,9%	0,066	18,0%	103,6%
SIF	0,029	16,0%	0,062	17,1%	116,0%	0,052	28,8%	0,085	23,4%	64,4%
MEC	0,040	22,4%	0,080	22,2%	100,0%	0,034	19,2%	0,057	15,8%	66,7%
SIC	0,002	1,3%	0,014	3,8%	500,0%	0,002	1,3%	0,031	8,5%	1250%
SIR	0,008	4,5%	0,011	3,2%	42,9%	0,029	16,0%	0,059	16,1%	104%
MÉXICO										
Setores	IDT					IDF				
	2000		2014		Var. (%)	2000		2014		Var. (%)
	Dens.	(%)	Dens.	(%)		Dens.	(%)	Dens.	(%)	
Total	0,162	100,0%	0,194	100,0%	19,7%	0,162	100,0%	0,194	100,0%	19,7%
MIE	0,018	11,4%	0,048	24,7%	159,1%	0,029	18,1%	0,036	18,6%	22,9%
MDF	0,036	22,3%	0,041	21,2%	14,0%	0,034	21,2%	0,039	19,9%	12,2%
SIF	0,048	29,5%	0,045	22,9%	-7,0%	0,045	27,5%	0,059	30,3%	32,1%
MEC	0,045	27,5%	0,038	19,5%	-15,1%	0,026	16,1%	0,016	8,2%	-38,7%
SIC	0,002	1,0%	0,003	1,3%	50,0%	0,014	8,8%	0,023	11,7%	58,8%
SIR	0,013	8,3%	0,020	10,4%	50,0%	0,013	8,3%	0,022	11,3%	62,5%

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Em vista da grande quantidade de informações das tabelas precedentes e a necessidade de enfoque nos serviços intensivos em conhecimento, o trabalho propõe criar uma medida capaz

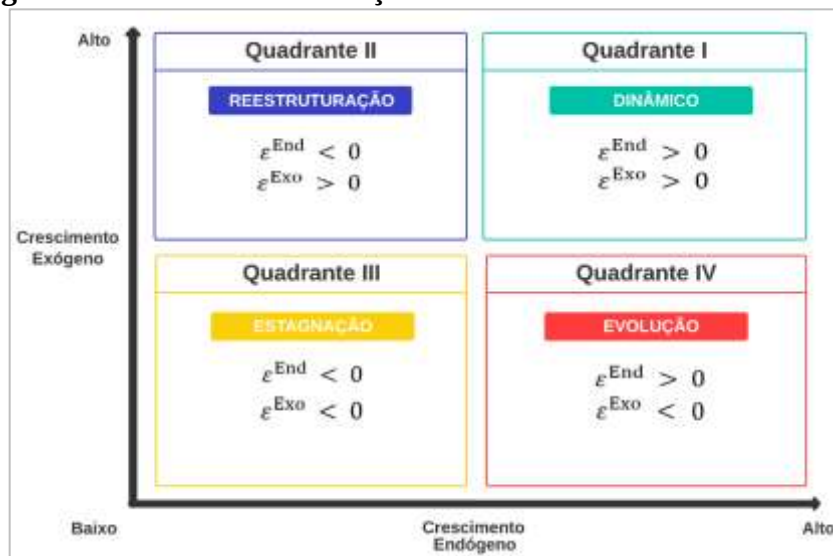
de expressar o padrão de evolução exógena e endógena dessas atividades em relação aos demais *clusters* que formam o restante do sistema produtivo. Assim sendo, calcula-se a diferença entre as densidades dos SIC em relação à variação da média de todos grupos entre 2000 e 2014, conforme (4):

$$\varepsilon_{\frac{t_1}{t_0}} = \frac{\Delta x_{\frac{t_1}{t_0}}^{y,i}}{\mu \left(\Delta x_{\frac{t_1}{t_0}}^i \right)}, \text{ sendo } \Delta x_{\frac{t_1}{t_0}}^{y,i} = \frac{x_{t_1}^{y,i} - x_{t_0}^{y,i}}{\gamma} \quad (44)$$

onde x = densidade endógena ou exógena; y = grupo setorial; i = grupos setoriais MIE, MDF, SIF, MEC, SIC, SIR; t = ano final; t = ano inicial; μ = média; γ = número de setores no grupo; Δ = variação da densidade.

Caso o valor seja maior que 1, considera-se a evolução da densidade do grupo em questão mais dinâmica em relação à média dos demais grupos considerados no cálculo. Conforme Figura 5.4, o padrão dinâmico (Quadrante I) refere-se a economias que demonstram aumento de densidade dos setores SIC acima da média das outras atividades, de modo que o crescimento das relações setoriais é ampliado em termos endógenos e exógenos. Por outro lado, a trajetória de estagnação (Quadrante III) representa uma situação de entraves estruturantes que tornam o crescimento de tal grupo de setores limitado, fruto de capacidade técnica insuficiente para promover tais atividades em evolução análoga as demais segmentos.

Figura 5.4 - Padrões de evolução das densidades de fluxos setoriais



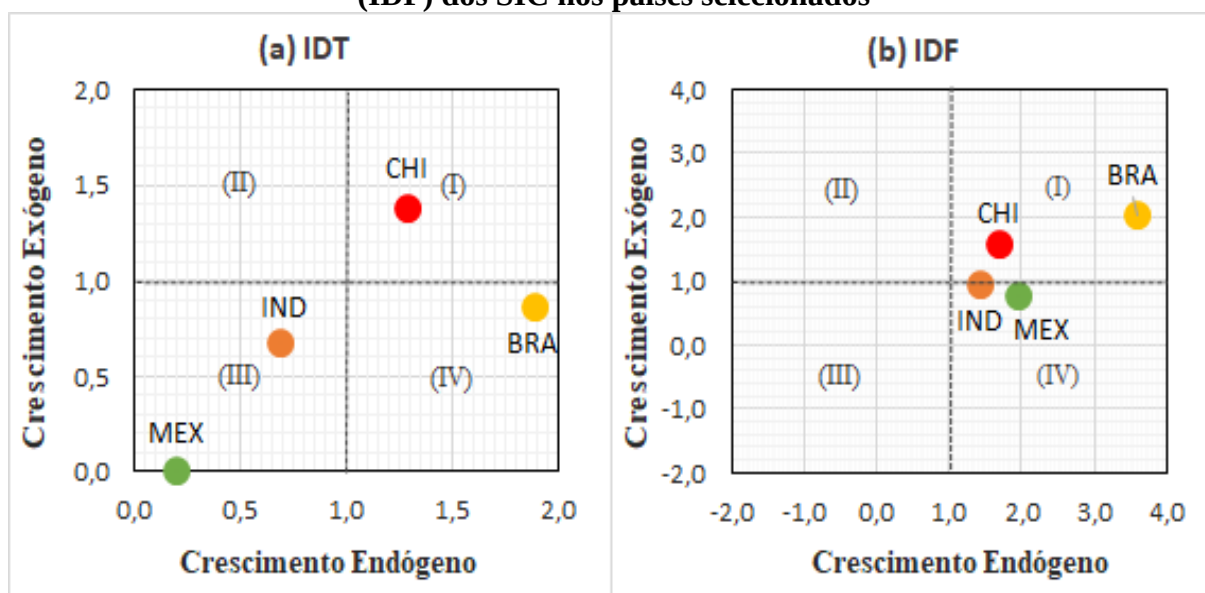
Fonte: elaboração própria.

Estes dois extremos são completados por dois estágios intermediários: reestruturação (Quadrante II) e evolução (Quadrante IV). O primeiro refere-se sobretudo a países que possuem tais setores consolidados, mas estão reorganizando a composição interna destas atividades na

estrutura produtiva. Já o segundo, representa países que, apesar de não crescer acima da média em termos exógenos, os SIC apresentam aumento relativo na composição da densidade produtiva total.

Conforme apresentado na Figura 5.5, os SIC demonstraram trajetória dinâmica na China no período analisado, tanto como demandantes e ofertantes. Não obstante, com relação a aptidão natural dessas atividades em adensamentos para frente (IDF), os serviços intensivos em conhecimento do Brasil demonstraram a trajetória mais dinâmica de adensamento no sistema produtivo. Apesar disso, a trajetória a montante (IDF) demonstra ainda um padrão de evolução (Quadrante IV).

Figura 5.5 - Padrões de evolução dos índices de densidades para trás (IDT) e para frente (IDF) dos SIC nos países selecionados



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das tabelas 5.1 e 5.2.

Com relação aos resultados da Índia, figura-se em uma trajetória de estagnação dos SIC nos índices de densidade para trás (IDT), demonstrando limitações dessas atividades na estrutura produtiva como demandantes. Apesar disso, tais atividades apresentaram trajetória de evolução como ofertantes, em eminência de se tornarem atividades que geram dinamismo como fonte de agregação de valor. Resultados análogos são expressos pela economia mexicana, visto que apresenta trajetória de estagnação dos SIC como demandantes e trajetória de evolução como ofertantes no sistema produtivo. Estes resultados demonstram que apesar de ter menor participação do valor adicionado, a trajetória do adensamento produtivo dos SIC na China pode ser tido como *benchmark* entre os países em desenvolvimento.

Além disso, apesar de demonstrar trajetórias estacionárias de crescimento em nível e em participação do valor adicionado das atividades dos SIC na economia brasileira, os SIC demonstram mudanças positivamente significativas na interdependência setorial com o restante das atividades contidas em seu sistema produtivo. Estes resultados demonstram que a conclusão dos autores Fornari, Gomes e Hiratuka (2016), a qual o setor de serviços demonstrou perda de encadeamentos importantes do setor na estrutura produtiva, deve ser requalificada: os Serviços intensivos em conhecimento demonstraram intensificação de encadeamentos com a estrutura produtiva tecnológica.

Como demonstrado na metodologia, a análise de redes possibilita também analisar as interrelações setoriais, ou seja, identificar os principais elos setoriais dos serviços intensivos em conhecimento e observar em qual direção a transformação da densidade dessas atividades movimentou-se entre 2000 e 2014. Assim sendo, a Tabela 5.3 e a Tabela 5.4 apresentam os resultados dos cálculos das densidades intersetoriais exógenas e endógenas, respectivamente, entre o agrupamento de atividades Serviços intensivos em conhecimento (SIC) com os demais clusters setoriais (as cores verde, vermelho e cinza destacam variações positivas, negativas e estáveis dos pontos percentuais, respectivamente). Já o Gráfico 5.2, procura condensar todos os resultados para analisar comparativamente a evolução das relações intersetoriais dos SIC no Brasil e na média dos demais países em desenvolvimento selecionados.

Nesse contexto, no Brasil as relações intersetoriais dos SIC são mais intensas com outros serviços (SIC, SIR e SIF), enquanto na China estes serviços possuem fortes inter-relações com os manufaturados (MIE, MDF e MEC). No início do período, conforme ilustra o Gráfico 5.2, os maiores elos setoriais dos SIC no Brasil eram respectivamente as atividades compreendidas por SIR (média de 34%), SIF (entre 16% e 18%), MDF (entre 14% e 20%) e SIC (entre 13% e 16%), seguidos de MEC (11% a 13%) e MIE (0 a 10%). Em 2014, esta composição foi reestruturada em direção a uma intensificação dos elos INTRA-SIC (24%), em detrimento da diminuição do adensamento com as atividades SIR (26%).

No caso da China, no ano de 2000 as atividades concentravam suas relações intersetoriais principalmente com as atividades MEC e SIF. Em 2014 observou-se que a participação da densidade intersetorial dos SIC diversificou-se no sentido das atividades MIE e SIR. Apesar disso, os SIC demonstraram que as atividades MEC ainda eram as mais interdependentes em 2014.

Tabela 5.3 - Índices de densidade exógeno intersetorial dos SIC, participação (%) e variação (var.) - países selecionados (2000 - 2014)

Países	TOTAL			SIC - MIE				SIC - MDF				SIC - SIF				SIC - MEC				SIC - SIR				SIC - SIC			
	Densidade			Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%	
	2000	2014	Var.	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014
Brasil	0,015	0,028	87%	0,000	0,002	0,0%	7,1%	0,003	0,004	20,0%	14,3%	0,003	0,004	20,0%	14,3%	0,002	0,004	13,3%	14,3%	0,005	0,008	33,3%	28,6%	0,002	0,006	13,3%	21,4%
China	0,028	0,131	369%	0,003	0,022	11,5%	16,4%	0,005	0,030	19,2%	23,0%	0,006	0,024	23,1%	18,0%	0,011	0,032	38,5%	24,6%	0,001	0,014	3,8%	10,7%	0,001	0,010	3,8%	7,4%
Índia	0,000	0,017	-	0,000	0,002	0,0%	13,3%	0,000	0,003	0,0%	20,0%	0,000	0,002	0,0%	13,3%	0,000	0,003	0,0%	20,0%	0,000	0,002	0,0%	13,3%	0,000	0,003	0,0%	20,0%
México	0,002	0,003	100%	0,000	0,000	0,0%	0,0%	0,000	0,001	0,0%	25,0%	0,000	0,002	0,0%	50,0%	0,001	0,000	50,0%	0,0%	0,000	0,000	0,0%	0,0%	0,001	0,001	50,0%	25,0%

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Tabela 5.4 - Índices de densidade endógeno intersetorial dos SIC, participação (%) e variação (var.) - países selecionados (2000 - 2014)

Países	TOTAL			SIC - MIE				SIC - MDF				SIC - SIF				SIC - MEC				SIC - SIR				SIC - SIC			
	Densidade			Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%		Densidade		%	
	2000	2014	Var.	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014	2000	2014
Brasil	0,037	0,058	57%	0,004	0,006	10,8%	10,3%	0,005	0,007	13,5%	12,1%	0,006	0,014	16,2%	24,1%	0,004	0,006	10,8%	10,3%	0,012	0,015	32,4%	25,9%	0,006	0,010	16,2%	17,2%
China	0,011	0,101	840%	0,000	0,017	0,0%	17,0%	0,003	0,019	30,0%	19,1%	0,003	0,018	30,0%	18,1%	0,004	0,027	40,0%	26,6%	0,000	0,011	0,0%	10,6%	0,000	0,009	0,0%	8,5%
Índia	0,003	0,040	1067%	0,000	0,007	0,0%	17,1%	0,001	0,008	33,3%	20,0%	0,000	0,009	0,0%	22,9%	0,000	0,007	0,0%	17,1%	0,001	0,005	33,3%	11,4%	0,001	0,005	33,3%	11,4%
México	0,015	0,024	61%	0,001	0,004	5,6%	17,2%	0,002	0,002	11,1%	6,9%	0,003	0,007	16,7%	27,6%	0,005	0,003	33,3%	13,8%	0,004	0,008	27,8%	31,0%	0,001	0,001	5,6%	3,4%

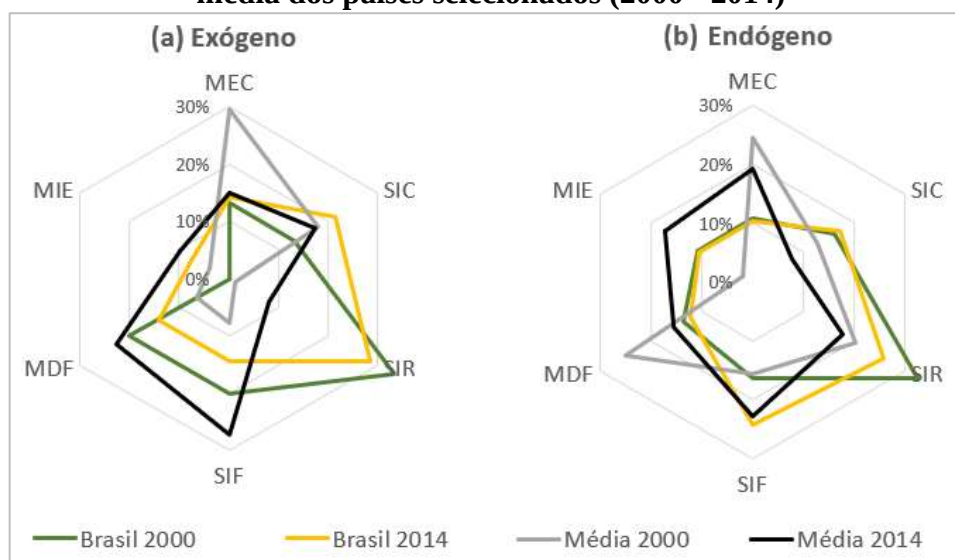
Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Em relação à Índia e ao México, diante da participação incipiente dos SIC na estrutura produtiva no ano 2000, os resultados exógenos são pouco apreciativos. Contudo, observa-se que o crescimento das relações intersetoriais dos SIC na Índia foi mais diversificado em comparação com a economia mexicana.

Ao qualificar os resultados, pode-se observar que o crescimento da densidade dos SIC na Índia estão atrelados a inter-relações mais próximas com setores manufaturados e, especificamente, com o grupo SIF. Já para o México, no período 2000-2014, as atividades SIC se aproximaram dos setores mais tradicionais (MIE e SIF), em detrimento das relações com atividades mais intensivas em tecnologia (MEC e SIC).

De maneira geral, os SIC no Brasil e na China apresentam interdependências mais diversificadas de *clusters*. Em relação às mudanças de participação entre 2000 e 2014, observa-se que, nos países Brasil, China e Índia, os SIC reduziram sua participação nas relações intersetoriais com *clusters* que eram mais interdependentes em 2000. No Brasil, por exemplo, observa-se queda de participação intersetorial no período com as atividades SIR, cluster de maior interdependência com os SIC. Na China, essa tendência é observada na queda de participação da relação intersetorial dos SIC com os clusters SIF e MEC e, no caso da Índia, com as atividades MDF, SIR e SIC.

Gráfico 5.2 - Participações intersetoriais dos SIC com demais clusters para o Brasil e média dos países selecionados (2000 - 2014)



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das tabelas 5.3 e 5.4.

Estes resultados demonstram que as atividades SIC diversificaram suas relações intersetoriais com os diferentes clusters no período analisado, principalmente nas economias do Brasil, da China e da Índia. Além disso, corrobora-se conclusões análogas ao estudo de Fornari,

Gomes e Hiratuka (2016): enquanto na China a densidade dos serviços está associada ao aumento das relações intersetoriais com a indústria, no Brasil as relações dos serviços intensivos em conhecimento ainda estão muito concentrados com outros serviços. Além disso, pode-se reafirmar a terceira conclusão do estudo de Cheng e Daniels (2014): enquanto na China a manufatura é a atividade com relações intersetoriais mais forte com os SIC, nas outras economias analisadas observa-se relações intra-serviços mais intensas.

5.3.2. Resultados dos Indicadores de Centralidade

A segunda metodologia de análise de redes refere-se aos indicadores de centralidade, que mensuram a importância de um setor dentro da estrutura produtiva. Nesse sentido, diferentemente dos indicadores de densidade que analisam o adensamento produtivo de grupos setoriais, os índices de centralidade identificam a importância de setores individualmente, com base nos fluxos setoriais relevantes apresentados nas matrizes insumo-produto.

Além disso, assim como no cálculo da densidade, os indicadores de centralidade também consideram medidas exógenas e endógenas e ligações setoriais para trás (*indegree*) e para frente (*outdegree*). Enquanto a Tabela 5.5, Tabela 5.6, Tabela 5.7 e Tabela 5.8 apresentam os índices de força da centralidade de cada setor das economias brasileira, chinesa, indiana e mexicana, respectivamente, a Tabela 5.9 apresenta os indicadores de hierarquia da centralidade desses países.

Com relação ao Brasil (tabela 5.5), tanto em termos exógenos e endógenos, as atividades M69_M70 (Atividades jurídicas, contábeis; Atividades de gestão e consultoria) e M72 (Pesquisa e desenvolvimento) do grupo SIC apresentaram centralidades para frente iguais ou superiores a média. As atividades de ‘Serviços de tecnologia da informação’ (J62_J63) também se sobressaíram em 2014 na medida exógena. Deve-se destacar duas constatações importantes: i) na medida endógena a centralidade de todas os setores SIC cresceu em valores superiores ou iguais à média entre 2000 e 2014, tanto em ligações para trás (IN) como para frente (OUT); ii) foi o único *cluster* que não observou alguma atividade em decréscimo de força da centralidade em alguma direção no período analisado.

Em termos gerais, as atividades dos *clusters* tradicionais ainda se apresentam como os mais centrais na economia brasileira, com destaque para os Serviços de Infraestrutura Física (SIF) e as Manufaturas Intensivas em Escala (MIE). Entre os SIF, considerando a medida endógena, as atividades de Comércio atacadista (G46), Comércio varejista (G47) e Transporte

terrestre (H49) apresentaram centralidade para frente (OUT) superior a 0,60, ou seja, possuem fluxos intersetoriais relevantes com mais de 60% das atividades do sistema produtivo brasileiro.

Tabela 5.5 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) no Brasil (2000 – 2014)

Códigos Setores	Exógeno						Endógeno					
	2000		2014		≠ 2014 - 2000		2000		2014		≠ 2014 - 2000	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
C10-C12	0,39	0,03	0,39	0,03	0,00	0,00	0,52	0,06	0,55	0,10	0,03	0,03
C13-C15	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,29	0,00	0,03	0,00
C16	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
C17	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,00	0,19	0,32	0,23	0,23	0,03	-0,10
C18	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,03	0,06	0,16	0,00	0,16	-0,06	0,00
C19	0,16	0,13	0,19	0,26	0,03	0,13	0,19	0,26	0,19	0,29	0,00	0,03
C25	0,03	0,16	0,10	0,13	0,06	-0,03	0,19	0,23	0,19	0,26	0,00	0,03
C22	0,06	0,10	0,35	0,16	0,29	0,06	0,19	0,23	0,55	0,32	0,35	0,10
C23	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,23	0,06	0,13	0,10	-0,10	0,03
C24	0,16	0,16	0,19	0,16	0,03	0,00	0,32	0,16	0,35	0,19	0,03	0,03
C29	0,23	0,03	0,16	0,06	-0,06	0,03	0,52	0,03	0,29	0,06	-0,23	0,03
C30	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,06	0,00	0,35	0,00	0,29	0,00
C31_C32	0,16	0,03	0,19	0,00	0,03	-0,03	0,35	0,35	0,32	0,35	-0,03	0,00
G46	0,23	0,16	0,26	0,42	0,03	0,26	0,39	0,48	0,42	0,65	0,03	0,16
G47	0,03	0,39	0,03	0,61	0,00	0,23	0,13	0,61	0,19	0,68	0,06	0,06
H49	0,06	0,29	0,10	0,42	0,03	0,13	0,23	0,61	0,19	0,61	-0,03	0,00
H50	0,13	0,00	0,10	0,00	-0,03	0,00	0,32	0,00	0,32	0,03	0,00	0,03
H51	0,13	0,00	0,19	0,00	0,06	0,00	0,32	0,03	0,39	0,06	0,06	0,03
H52	0,10	0,10	0,23	0,26	0,13	0,16	0,26	0,32	0,42	0,32	0,16	0,00
C20	0,13	0,19	0,35	0,19	0,23	0,00	0,42	0,42	0,52	0,42	0,10	0,00
C21	0,23	0,00	0,26	0,00	0,03	0,00	0,26	0,03	0,29	0,03	0,03	0,00
C26	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00
C27	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,00	0,06	0,16	0,06	0,13	0,00	-0,03
C28	0,00	0,06	0,13	0,06	0,13	0,00	0,16	0,10	0,19	0,10	0,03	0,00
J58	0,03	0,03	0,00	0,00	-0,03	-0,03	0,06	0,06	0,03	0,06	-0,03	0,00
J59_J60	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00
J61	0,06	0,03	0,19	0,10	0,13	0,06	0,19	0,16	0,23	0,23	0,03	0,06
K64	0,16	0,26	0,16	0,35	0,00	0,10	0,32	0,65	0,39	0,71	0,06	0,06
J62_J63	0,00	0,03	0,00	0,13	0,00	0,10	0,00	0,13	0,10	0,19	0,10	0,06
M69_M70	0,00	0,23	0,06	0,32	0,06	0,10	0,10	0,45	0,13	0,68	0,03	0,23
M71	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,06	0,16	0,03	0,06
M72	0,06	0,10	0,10	0,23	0,03	0,13	0,13	0,26	0,19	0,42	0,06	0,16
Média	0,09	0,09	0,13	0,13	0,05	0,05	0,21	0,21	0,24	0,24	0,03	0,03
Máximo	0,39	0,39	0,39	0,61	0,29	0,26	0,52	0,65	0,55	0,71	0,35	0,23
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,23	-0,10

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables (2016). Notas: O Quadro D, disponível no apêndice, apresenta a lista de setores referentes aos códigos. O símbolo ≠ significa a subtração dos valores de 2014 em relação aos de 2000. Dados em negrito refere-se a valores superiores à média.

Considerando as centralidades para trás (IN), as MIE se destacam pois apresentaram níveis de centralidade superiores à média em quase todos os setores. Entre esses, evidencia-se o crescimento do setor de ‘Produtos de borracha e plástico’ (C22), que cresceu 0,35 pp. e alcançou fluxos relevantes com 55% dos setores. Além deste, apesar de estagnadas no período, as atividades ‘Outros produtos minerais não metálicos (C24)’, ‘Setor automotivo e Outros equipamentos de transporte’ (C29 e C30), ‘Móveis e outras indústrias’ (C31_32) ainda se apresentam como centrais para a economia brasileira.

Cabe ainda destacar três setores dos grupos MDF, MEC e SIR que revelaram centrais para a estrutura produtiva do Brasil: o setor de ‘Produtos alimentares, bebidas e tabaco’ (C10-C12) como demandante (IN) entre as MDF; a ‘Indústria Química’ (C20) tanto em termos para trás como para frente entre as MEC; e ‘Serviços Financeiros’ (K64) também em ambas direções do *cluster* de Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR).

A Tabela 5.6 apresenta os índices de força da centralidade da economia chinesa. Em termos exógenos, o primeiro dado que chama atenção são os valores das médias de centralidade e o crescimento no período, profundamente superiores às verificadas nas outras três economias em análise. Esse resultado demonstra, comparativamente aos outros países, que a China possui mais setores centrais na estrutura econômica e forças de centralidade imensamente superiores.

Em termos gerais, tanto em termos exógenos como endógenos, os índices dos setores do grupo MIE e MEC exibem elevadas forças de centralidade e crescimento acima da média no período. Nas medidas para trás, os segmentos ‘Outros produtos minerais não metálicos’ (C23), ‘Metais básicos’ (C24) e ‘Veículos automotores, reboques e semirreboques’ (C29) destacam-se por alcançarem em 2014 fluxos relevantes com mais de 80% das atividades em termos exógenos e mais de 70% do sistema tecnológico em termos endógenos. Além disso, essas atividades demonstraram crescimento robusto de força da centralidade no período.

Já as atividades do grupo MEC, manufaturas mais intensivas em tecnologia, evidenciam dinamicidade pois apresentaram índices de força da centralidade superiores a média nas duas direções (IN e OUT). Em 2014, com exceção do setor de ‘Produtos farmacêuticos’ (C21), todos os setores demonstram fluxos relevantes para trás (IN) com mais de 90% da estrutura produtiva em termos exógenos e mais de 75% em termos endógenos. Em ligações para frente (OUT), estes apresentaram índices iguais ou superiores a 0,50.

Além disso, diversos setores dos grupos MDF e SIF também se exibem como centrais para a economia chinesa. No tocante às atividades SIR, os ‘Serviços financeiros’ (K64) demonstraram relevância e crescimento robusto em ligações para frente.

Tabela 5.6 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) na China (2000 – 2014)

Códigos Setores	Exógeno						Endógeno					
	2000		2014		≠ 2014 - 2000		2000		2014		≠ 2014 - 2000	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
C10-C12	0,40	0,17	0,73	0,97	0,33	0,80	0,33	0,10	0,57	0,67	0,23	0,57
C13-C15	0,50	0,23	0,73	0,73	0,23	0,50	0,30	0,13	0,47	0,53	0,17	0,40
C16	0,17	0,17	0,53	0,50	0,37	0,33	0,07	0,07	0,33	0,40	0,27	0,33
C17	0,23	0,37	0,53	0,63	0,30	0,27	0,10	0,17	0,33	0,47	0,23	0,30
C18	0,13	0,13	0,37	0,50	0,23	0,37	0,10	0,10	0,17	0,23	0,07	0,13
C19	0,10	0,23	0,57	0,83	0,47	0,60	0,03	0,20	0,47	0,73	0,43	0,53
C25	0,37	0,50	0,80	0,63	0,43	0,13	0,23	0,27	0,73	0,50	0,50	0,23
C22	0,40	0,53	0,67	0,63	0,27	0,10	0,13	0,33	0,50	0,60	0,37	0,27
C23	0,57	0,43	0,83	0,47	0,27	0,03	0,37	0,23	0,70	0,37	0,33	0,13
C24	0,50	0,33	0,90	0,57	0,40	0,23	0,40	0,30	0,73	0,37	0,33	0,07
C29	0,40	0,20	0,80	0,47	0,40	0,27	0,20	0,13	0,73	0,43	0,53	0,30
C30	0,20	0,10	0,70	0,27	0,50	0,17	0,10	0,10	0,50	0,13	0,40	0,03
C31_C32	0,33	0,23	0,60	0,40	0,27	0,17	0,27	0,13	0,30	0,17	0,03	0,03
G46	0,77	0,77	0,63	0,97	-0,13	0,20	0,63	0,63	0,60	0,93	-0,03	0,30
G47	0,30	0,37	0,43	0,73	0,13	0,37	0,10	0,17	0,23	0,50	0,13	0,33
H49	0,33	0,63	0,53	0,83	0,20	0,20	0,23	0,40	0,40	0,77	0,17	0,37
H50	0,27	0,50	0,30	0,57	0,03	0,07	0,17	0,20	0,30	0,50	0,13	0,30
H51	0,10	0,03	0,27	0,30	0,17	0,27	0,03	0,03	0,20	0,10	0,17	0,07
H52	0,00	0,03	0,47	0,73	0,47	0,70	0,00	0,00	0,37	0,53	0,37	0,53
C20	0,57	0,63	0,90	0,77	0,33	0,13	0,40	0,53	0,77	0,73	0,37	0,20
C21	0,23	0,00	0,57	0,13	0,33	0,13	0,07	0,00	0,40	0,03	0,33	0,03
C26	0,47	0,27	0,93	0,60	0,47	0,33	0,40	0,20	0,83	0,50	0,43	0,30
C27	0,50	0,40	0,90	0,63	0,40	0,23	0,33	0,27	0,77	0,50	0,43	0,23
C28	0,57	0,50	0,93	0,80	0,37	0,30	0,47	0,40	0,80	0,60	0,33	0,20
J61	0,10	0,20	0,27	0,63	0,17	0,43	0,07	0,03	0,20	0,30	0,13	0,27
K64	0,03	0,43	0,50	0,97	0,47	0,53	0,00	0,33	0,27	0,90	0,27	0,57
K65	0,00	0,10	0,20	0,43	0,20	0,33	0,00	0,07	0,10	0,13	0,10	0,07
J62_J63	0,10	0,07	0,40	0,13	0,30	0,07	0,03	0,03	0,30	0,07	0,27	0,03
M69_M70	0,30	0,37	0,77	0,97	0,47	0,60	0,13	0,13	0,67	0,93	0,53	0,80
M72	0,00	0,00	0,33	0,37	0,33	0,37	0,00	0,00	0,23	0,27	0,23	0,27
M74_M75	0,00	0,00	0,63	0,57	0,63	0,57	0,00	0,00	0,33	0,40	0,33	0,40
Média	0,29	0,29	0,60	0,60	0,32	0,32	0,18	0,18	0,46	0,46	0,28	0,28
Máximo	0,77	0,77	0,93	0,97	0,63	0,80	0,63	0,63	0,83	0,93	0,53	0,80
Mínimo	0,00	0,00	0,20	0,13	-0,13	0,03	0,00	0,00	0,10	0,03	-0,03	0,03

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables (2016). Notas: O Quadro D, disponível no apêndice, apresenta a lista de setores referentes aos códigos.

Considerando os resultados dos Serviços Intensivos em Conhecimento, as ‘Atividades jurídicas e contábeis; de consultoria e gestão’ (M69_M70) demonstraram elevadas forças de centralidade nas duas direções, tanto em termos exógenos como endógenos. Pode se destacar também ‘Outras atividades profissionais, científicas e técnicas’ (M74_M75), por apresentarem intensificação dos fluxos relevantes no período e por apresentarem centralidade superior a média em fluxos para trás na medida exógena. As atividades de ‘P&D’ (M72) também apresentaram resultados de crescimento no período acima da média em termos exógenos.

Conforme a Tabela 5.7, em termos gerais, as forças de centralidade da estrutura econômica da Índia concentram-se nos três grupos de Manufaturas e nos Serviços de Infraestrutura Física. No grupo MDF, nos índices para trás, a ‘Indústria de alimentos e bebidas’ (C10-C12) e ‘Indústria têxtil’ (C13-C15) sobressaem acima da média e, nos índices para frente, o setor de ‘Coque e produtos petrolíferos refinados’ (C19). ‘Produtos metálicos’ (C25) são centrais para a economia indiana em termos de demanda e oferta.

No grupo MIE, ‘Móveis e outras indústrias (C31_C32), ‘Indústria automobilística’ (C29) e ‘Produtos de borracha e plástico (C22) se destacam. A centralidade do *cluster* SIR, concentra-se nas atividades de Comércio Atacadista e Varejista (G46 e G47) e ‘Transporte Terrestre’ (H49), em detrimento das outras atividades do grupo.

Com relação aos clusters ligados a economia do conhecimento, os grupos MEC e SIR demonstraram os melhores resultados. Com relação as MEC, ‘Indústria química’ (C20), ‘Equipamentos elétricos’ (C27) e ‘Máquinas e equipamentos’ (C28) apresentam centralidades acima da média. Já no grupo SIR, toda as atividades demonstram centralidade nas medidas para frente, além de apresentarem crescimento acima da média na medida endógena. Apesar disso, estes resultados positivos não são observados no grupo SIC. Apenas as atividades de ‘Programação e serviços de informação’ (C20) demonstraram crescimento e centralidade acima da média na economia indiana.

Os resultados do México, apresentados na Tabela 5.8, demonstram as menores forças de centralidade entre os quatro países analisados. Os índices de centralidade superiores à média concentram-se nas atividades que formam o paradigma fordista. Entre os setores de MDF, o crescimento da ‘Industria de alimentos e bebidas’ (C10-C12) é evidente e as indústrias de ‘Papéis’ (C17) e ‘Produtos Metálicos’ (C25) demonstram ser centrais para a economia, apesar de estagnação de fluxos relevantes no período.

Tabela 5.7 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) na Índia (2000 – 2014)

Códigos Setores	Exógeno						Endógeno					
	2000		2014		≠ 2014 - 2000		2000		2014		≠ 2014 - 2000	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
C10-C12	0,14	0,03	0,38	0,03	0,24	0,00	0,31	0,03	0,62	0,17	0,31	0,14
C13-C15	0,17	0,03	0,41	0,14	0,24	0,10	0,41	0,10	0,66	0,21	0,24	0,10
C16	0,00	0,03	0,10	0,07	0,10	0,03	0,07	0,07	0,17	0,24	0,10	0,17
C17	0,00	0,03	0,10	0,07	0,10	0,03	0,07	0,07	0,24	0,24	0,17	0,17
C18	0,03	0,00	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,24	0,14	0,21	0,10
C19	0,03	0,14	0,14	0,28	0,10	0,14	0,14	0,24	0,21	0,34	0,07	0,10
C25	0,03	0,10	0,28	0,24	0,24	0,14	0,21	0,21	0,48	0,38	0,28	0,17
C22	0,03	0,07	0,17	0,24	0,14	0,17	0,14	0,24	0,34	0,38	0,21	0,14
C23	0,10	0,00	0,21	0,00	0,10	0,00	0,21	0,00	0,31	0,07	0,10	0,07
C24	0,21	0,14	0,24	0,24	0,03	0,10	0,28	0,24	0,45	0,41	0,17	0,17
C29	0,24	0,03	0,41	0,07	0,17	0,03	0,38	0,17	0,62	0,34	0,24	0,17
C30	0,00	0,03	0,07	0,03	0,07	0,00	0,07	0,03	0,38	0,07	0,31	0,03
C31_C32	0,10	0,00	0,52	0,21	0,41	0,21	0,28	0,00	0,69	0,48	0,41	0,48
G46	0,07	0,17	0,14	0,41	0,07	0,24	0,07	0,24	0,45	0,66	0,38	0,41
G47	0,07	0,24	0,28	0,55	0,21	0,31	0,21	0,48	0,45	0,66	0,24	0,17
H49	0,28	0,31	0,55	0,72	0,28	0,41	0,48	0,69	0,79	0,86	0,31	0,17
H50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H52	0,00	0,00	0,03	0,07	0,03	0,07	0,03	0,07	0,07	0,28	0,03	0,21
C20	0,24	0,14	0,38	0,41	0,14	0,28	0,31	0,41	0,59	0,55	0,28	0,14
C21	0,03	0,00	0,10	0,03	0,07	0,03	0,10	0,03	0,28	0,03	0,17	0,00
C26	0,07	0,00	0,10	0,14	0,03	0,14	0,10	0,07	0,34	0,31	0,24	0,24
C27	0,03	0,07	0,28	0,21	0,24	0,14	0,28	0,17	0,52	0,28	0,24	0,10
C28	0,07	0,03	0,34	0,21	0,28	0,17	0,24	0,17	0,52	0,38	0,28	0,21
J61	0,00	0,10	0,03	0,10	0,03	0,00	0,03	0,14	0,03	0,48	0,00	0,34
K64	0,03	0,28	0,10	0,55	0,07	0,28	0,10	0,52	0,17	0,79	0,07	0,28
K65	0,00	0,00	0,03	0,28	0,03	0,28	0,07	0,17	0,10	0,45	0,03	0,28
J62_J63	0,00	0,00	0,07	0,21	0,07	0,21	0,03	0,03	0,14	0,52	0,10	0,48
M69_M70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03
M71	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,21	0,31	0,21	0,31
Média	0,07	0,07	0,19	0,19	0,12	0,12	0,16	0,16	0,34	0,34	0,18	0,18
Máximo	0,28	0,31	0,55	0,72	0,41	0,41	0,48	0,69	0,79	0,86	0,41	0,48
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables (2016). Notas: O Quadro D, disponível no apêndice, apresenta a lista de setores referentes aos códigos.

No grupo MIE, a ‘Indústria automobilística’ (C29) apresentou relevância e crescimento robusto no período, já o setor ‘Metais básicos’ (C24) apesar de possuir centralidade acima da média demonstrou estagnação no período analisado. Com relação ao *cluster* SIF, Comércio por Atacado (G46) e Varejo (G47) demonstram-se centrais e crescimentos robustos no período nas

duas direções de fluxos. Já atividades de ‘Transporte terrestre (H49), embora apresentem-se como centrais, demonstrou retrocesso na centralidade para trás no período analisado.

Tabela 5.8 - Índices setoriais de força da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) no México (2000 – 2014)

Códigos Setores	Exógeno						Endógeno					
	2000		2014		≠ 2014 - 2000		2000		2014		≠ 2014 - 2000	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
C10-C12	0,18	0,00	0,26	0,03	0,09	0,03	0,35	0,12	0,44	0,15	0,09	0,03
C13-C15	0,09	0,03	0,06	0,03	-0,03	0,00	0,24	0,12	0,21	0,09	-0,03	-0,03
C16	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06	0,09	0,06	0,00
C17	0,00	0,00	0,06	0,03	0,06	0,03	0,15	0,29	0,18	0,29	0,03	0,00
C18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,00
C19	0,00	0,06	0,03	0,12	0,03	0,06	0,15	0,15	0,15	0,26	0,00	0,12
C25	0,03	0,03	0,09	0,03	0,06	0,00	0,18	0,24	0,18	0,26	0,00	0,03
C22	0,03	0,12	0,09	0,15	0,06	0,03	0,15	0,35	0,12	0,35	-0,03	0,00
C23	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,18	0,12	0,21	0,18	0,03	0,06
C24	0,06	0,12	0,06	0,15	0,00	0,03	0,15	0,21	0,18	0,21	0,03	0,00
C29	0,00	0,06	0,24	0,09	0,24	0,03	0,00	0,15	0,50	0,21	0,50	0,06
C30	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,06	0,00	0,12	0,00	0,06	0,00
C31_C32	0,00	0,06	0,12	0,03	0,12	-0,03	0,03	0,12	0,38	0,15	0,35	0,03
G46	0,06	0,21	0,18	0,32	0,12	0,12	0,24	0,50	0,50	0,65	0,26	0,15
G47	0,03	0,21	0,06	0,29	0,03	0,09	0,15	0,50	0,41	0,62	0,26	0,12
H49	0,26	0,09	0,18	0,09	-0,09	0,00	0,41	0,35	0,32	0,50	-0,09	0,15
H50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00
H51	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,18	0,03	-0,15	0,03
H52	0,06	0,03	0,00	0,06	-0,06	0,03	0,41	0,09	0,06	0,18	-0,35	0,09
C20	0,09	0,12	0,09	0,18	0,00	0,06	0,21	0,47	0,26	0,44	0,06	-0,03
C21	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,12	0,00	0,03	-0,03
C26	0,12	0,06	0,06	0,00	-0,06	-0,06	0,41	0,12	0,41	0,03	0,00	-0,09
C27	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	-0,03	0,38	0,09	0,24	0,00	-0,15	-0,09
C28	0,21	0,06	0,09	0,00	-0,12	-0,06	0,35	0,09	0,21	0,00	-0,15	-0,09
J58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
J59_J60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J61	0,00	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,18	0,18	0,21	0,21	0,03	0,03
K64	0,00	0,00	0,03	0,12	0,03	0,12	0,12	0,18	0,26	0,29	0,15	0,12
K65	0,06	0,00	0,09	0,00	0,03	0,00	0,12	0,00	0,12	0,09	0,00	0,09
K66	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
J62_J63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M69_M70	0,00	0,03	0,00	0,09	0,00	0,06	0,03	0,29	0,06	0,41	0,03	0,12
M72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,12
M73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,21	0,00	0,06
M74_M76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
Média	0,04	0,04	0,06	0,06	0,02	0,02	0,15	0,15	0,17	0,17	0,03	0,03
Máximo	0,26	0,21	0,26	0,32	0,24	0,12	0,41	0,50	0,50	0,65	0,50	0,15
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,12	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,35	-0,09

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables (2016). Notas: O Quadro D apresenta a lista de setores referentes aos códigos.

As atividades relacionadas à economia do conhecimento, além de serem pouco centrais na economia mexicana apresentam dinâmicas antagônicas no grupo MEC. Enquanto a ‘Indústria Química’ (C20) apresentou centralidade e crescimento acima da média, os setores de ‘Produtos de informática, eletrônicos e ópticos’ (C26), ‘Equipamentos elétricos’ (C27) e ‘Máquinas e equipamentos’ (C28) apresentaram declínio na centralidade para trás.

Já em relação os *cluster* SIR e SIC, a centralidade é observada em poucos segmentos. Entre os SIR destaca-se os serviços de ‘Telecomunicações’ (J61) e ‘Financeiros’ (K64). No grupo SIC, apenas ‘Atividades jurídicas e contábeis; de consultoria e gestão’ (M69_M70) demonstraram centralidade para frente nas medidas exógenas e endógenas, além do setor de ‘Publicidade e pesquisa de mercado’ (M73) que demonstrou centralidade para frente na perspectiva de calculo endógeno.

O indicador de hierarquia da centralidade, apresentado na Tabela 5.9, revela se as redes possuem centralidades dos nós mais ou menos homogêneas. Quanto mais próximo de 0, menos hierárquica são as centralidades das estruturas produtivas dos países em questão, ou seja, melhor distribuído estão os setores na economia. Deve-se destacar que a medida exógena pode captar de maneira errônea o índice de hierarquia, pois como observado nas tabelas de força da centralidade dos quatro países, os resultados da China apresentam as maiores diferenças entre os valores de Máximo e Mínimo. Consequentemente, nesse caso, o índice de hierarquia da China realmente mostrar-se-á superior.

Porém, a análise intertemporal dos índices exógenos permite avaliar a dinâmica das distribuições da centralidade em cada economia. Enquanto a China demonstrou queda na hierarquia entre 2000 e 2014 nos índices para trás e para frente, o Brasil apresentou queda apenas no índice das centralidades para trás e um aumento elevado na distribuição de centralidades para frente. A distribuição das centralidades, do ponto de vista exógeno, na economia mexicana apresentou uma dinâmica semelhante à do Brasil, enquanto a Índia evidenciou um aumento da hierarquia em ambas as direções.

Os resultados endógenos já são mais passíveis de comparação da hierarquia da centralidade entre os diferentes países. Conforme observa-se, em 2014, a economia brasileira apresentou-se como a menos hierárquica tanto em centralidades para trás como para frente. Apesar disso, ocorreu leve piora na distribuição das centralidades no período, em ambos sentidos. Em seguida, o México demonstrou a segunda menor hierarquia entre as centralidades da rede produtiva, porém logrou as maiores variações no período. A China, apesar de uma

estrutura produtiva mais hierarquica, verificou avanço na homogeneização das centralidade, sobretudo nos fluxos para trás. Já na Índia, além dos maiores índices de hierarquia da centralidade, evidenciou piora na distribuição do indicador entre as diferentes atividades analisadas entre 2000 e 2014.

Tabela 5.9 - Índices de hierarquia da centralidade para trás (IN) e para frente (OUT) dos países selecionados (2000 – 2014)

Países	Exógeno						Endógeno					
	2000		2014		$\Delta\%$		2000		2014		$\Delta\%$	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Brasil	0,311	0,311	0,263	0,496	-15,4	59,5	0,311	0,454	0,318	0,485	2,3	6,9
China	0,494	0,463	0,340	0,374	-31,2	-19,1	0,464	0,464	0,384	0,488	-17,2	5,0
Índia	0,216	0,252	0,376	0,554	73,6	119,8	0,339	0,553	0,473	0,545	39,6	-1,5
México	0,231	0,170	0,215	0,276	-6,7	61,9	0,274	0,365	0,335	0,486	22,1	33,2

Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016). Notas: $\Delta\%$ representa a variação percentual dos índices entre os anos de 2014 e 2000.

Em resumo, os resultados dos indicadores de centralidade revelaram, em perspectiva mais desagregada, características estruturais comuns e distintas entre as economias analisadas. China e Índia compartilham certos traços em comum: i) os setores de manufaturados e SIF apresentam-se como elementos centrais para suas economias; ii) as manufaturas de maior intensidade tecnológica (MEC) ganharam relevância no período analisado. No entanto, quanto aos serviços associados ao paradigma da economia do conhecimento, as duas nações se diferenciam em duas dimensões. Em primeiro lugar, enquanto na China os serviços SIC apresentaram um crescimento de centralidade acima da média, os SIR ficaram aquém das expectativas. Já na Índia, ocorre o inverso. Além disso, no que diz respeito especificamente aos SIC, o progresso na China está associado a serviços profissionais (J62-J63; M74-M75), enquanto na Índia o destaque recai sobre o setor tecnológico de Programação e serviços de informação (J62-J63).

No caso do Brasil e do México, ambos os países apresentam uma concentração de atividades centrais vinculadas ao paradigma de produção em massa, destacando-se MIE e SIF. No entanto, a trajetória da centralidade dos setores relacionados à economia do conhecimento segue trajetórias distintas. Durante o período analisado, o Brasil registra evolução, ainda que pontuais, em certas atividades de MEC, como os setores C20 e C21. Em contrapartida, o México apresenta uma perda de centralidade em vários segmentos desse grupo. Quanto aos

SIC, o Brasil demonstra um progresso inicial em termos de centralidade, enquanto essa tendência não é observada no México.

Ao confrontar os resultados observados nas medidas de centralidade com as conclusões dos trabalhos da literatura empírica, pode-se corroborar e confrontar algumas observações. Primeiro, ao contrário do apresentado por Fornari, Gomes e Hiratuka (2007), em geral os serviços produtivos no Brasil demonstraram aumento de centralidade na estrutura produtiva, especialmente os Serviços Intensivos em Conhecimento, visto que diversos setores evidenciaram crescimento de centralidade acima da média.

Com relação às conclusões tecidas por Cheng e Daniels (2014), corrobora-se que a maior parte dos serviços de produção é fornecida por setores tradicionais, como comércio e transporte, representados no presente trabalho pelo grupo SIF. Porém essa característica não se opõe ao aumento da importância de determinados setores de serviços sofisticados SIR e SIC na estrutura produtiva chinesa.

5.3.3. *Análise de redes em grafos*

Por fim, a terceira proposta metodológica propõe realizar a análise de redes dos elementos e interações dentro dos sistemas tecnológicos dos quatro países em desenvolvimento selecionados. Como mencionado, a análise de grafos permite explorar 3 dimensões das interdependências setoriais. Primeiramente, uma abordagem qualitativa é adotada, na qual são identificados fluxos intersetoriais significativos com base em um critério arbitrário (com $k \geq \text{US\$}300$ milhões). Em segundo lugar, duas análises quantitativas são conduzidas. A primeira consiste na atribuição de intensidades aos fluxos identificados, classificando-os em diferentes níveis (com $k \geq 300 = 1$; $k \geq 500 = 2$; $k \geq 750 = 3$; $k \geq 1000 = 4$; $k \geq 1500 = 5$; $k \geq 2000 = 6$; em milhões), refletindo a magnitude das relações entre os setores - representada pela espessura das arestas no grafo.⁴⁴ A segunda análise quantitativa avalia o grau de centralidade de cada setor, indicando sua importância relativa no contexto das interdependências setoriais. Esta centralidade é representada pelo tamanho dos nós no grafo, destacando os setores protagonistas nos sistemas produtivos.

A evolução do sistema produtivo do Brasil entre 2000 e 2014, ilustrado pelos grafos da Figura 5.6, demonstra que o sistema produtivo brasileiro tornou-se mais denso na região do grafo formada por nós em tons vermelhos, representado pelo *cluster* de atividades que formam

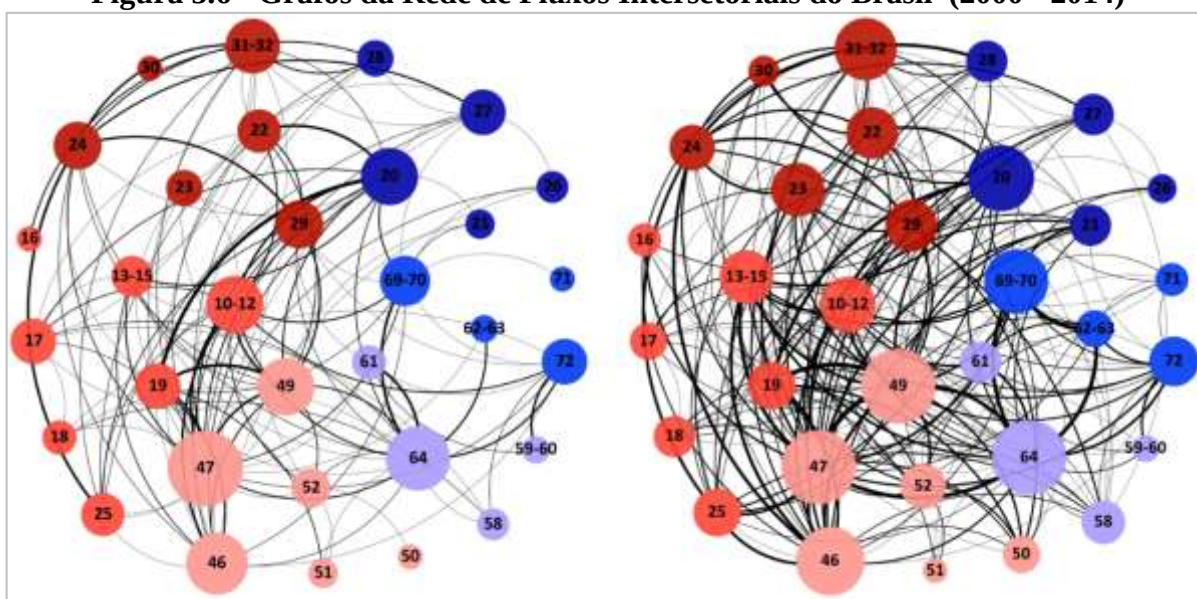
⁴⁴ Com o intuito de otimizar a visualização das relações intersetoriais nos grafos, os fluxos intrasetoriais foram omitidos em suas apresentações.

o paradigma da produção em massa. Além do protagonismo dos serviços tradicionais (SIF), os grupos de Manufaturas Intensivas em Escala (MIE) e Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF) apresentaram no geral resiliência e intensificação dos fluxos setoriais. Embora nenhuma das atividades desses grupos setoriais tenha apresentado um aumento significativo na centralidade durante o período analisado, as indústrias de ‘Produtos Alimentícios’ (10-12) e ‘Têxtil’ (13-15) destacaram-se dentro do grupo MDF. Por outro lado, a produção de ‘Borracha e Plástico’ (22) e ‘Minerais não metálicos’ (23) do grupo MIE ampliou suas interdependências com o sistema produtivo brasileiro.

Com relação aos serviços que formam o cluster de atividades relacionadas à economia do conhecimento, o aumento da centralidade das atividades de ‘Serviços financeiros’ (64) destaca-se entre os SIF. No que se refere aos SIC, os resultados demonstram adensamento de fluxos intersetoriais dessas atividades, com destaque para atividades ‘Jurídicas e contábeis, e atividades de consultoria e gestão’ (69-70) e ‘Pesquisa e desenvolvimento científico’ (72).

Não obstante, apesar de avançarem na quantidade de fluxos relevantes, a inter-relação entre setores SIC e MEC não demonstrou ampliação da interdependência no período. Estes resultados demonstram que a intensificação da densidade do *cluster* de atividades ligadas a economia do conhecimento no período analisado se deve principalmente à ampliação das interdependências produtivas dos SIF e SIC (região inferior direita do grafo), em detrimento do pequeno adensamento produtivo dos MEC (região superior direita do grafo).

Figura 5.6 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais do Brasil (2000 - 2014)

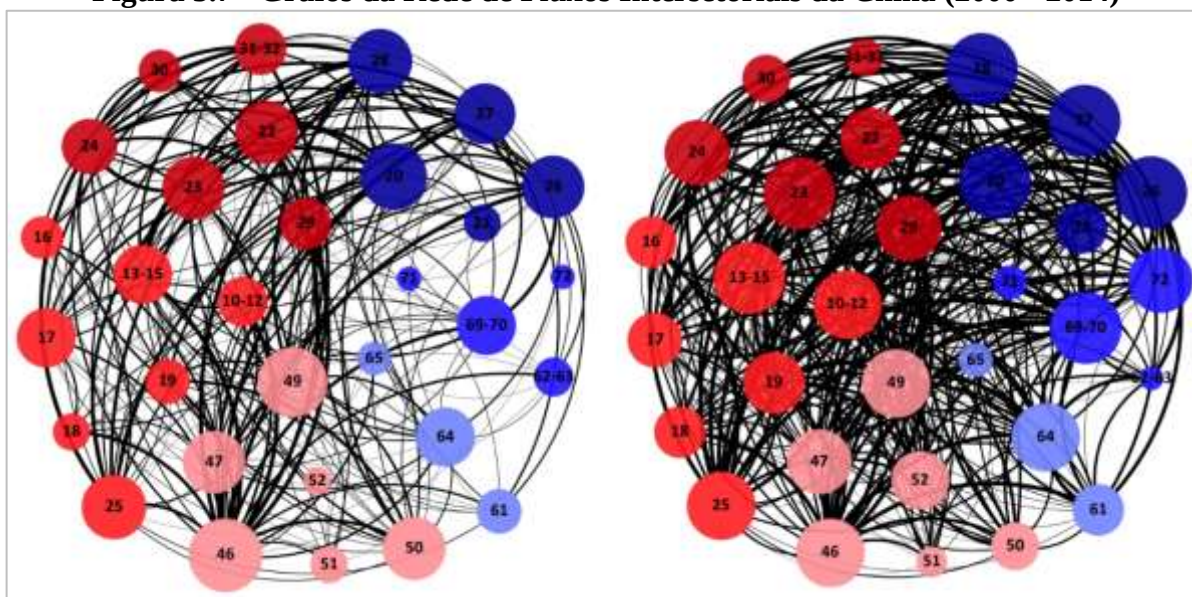


Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Os resultados da China, expostos na Figura 5.7, demonstram intenso e diversificado adensamento produtivo entre os anos de 2000 e 2014. Conforme ilustrado, em 2000 o país já demonstrava muitos fluxos relevantes nas atividades relacionadas ao *cluster* de produção em massa e, especificamente, os setores de MEC já se destacavam com intensos fluxos setoriais no sistema produtivo.

A evolução entre 2000 e 2014 ilustra o expressivo e complexo aumento da densidade em termos quantitativos de densidade e centralidade, com exceção de lacunas existentes na região inferior direita do grafo. Apesar do aumento da centralidade e densidade de atividades de ‘Serviços financeiros’ (64) do grupo SIF e das atividades ‘Jurídicas e contábeis, e atividades de consultoria e gestão’ (69-70) e ‘Pesquisa e desenvolvimento científico’ (72) do grupo SIC, esses dois grupos ainda possuem setores menos centrais e densos no sistema produtivo chinês.

Figura 5.7 - Grafos da Rede de Fluxos Intersectoriais da China (2000 - 2014)



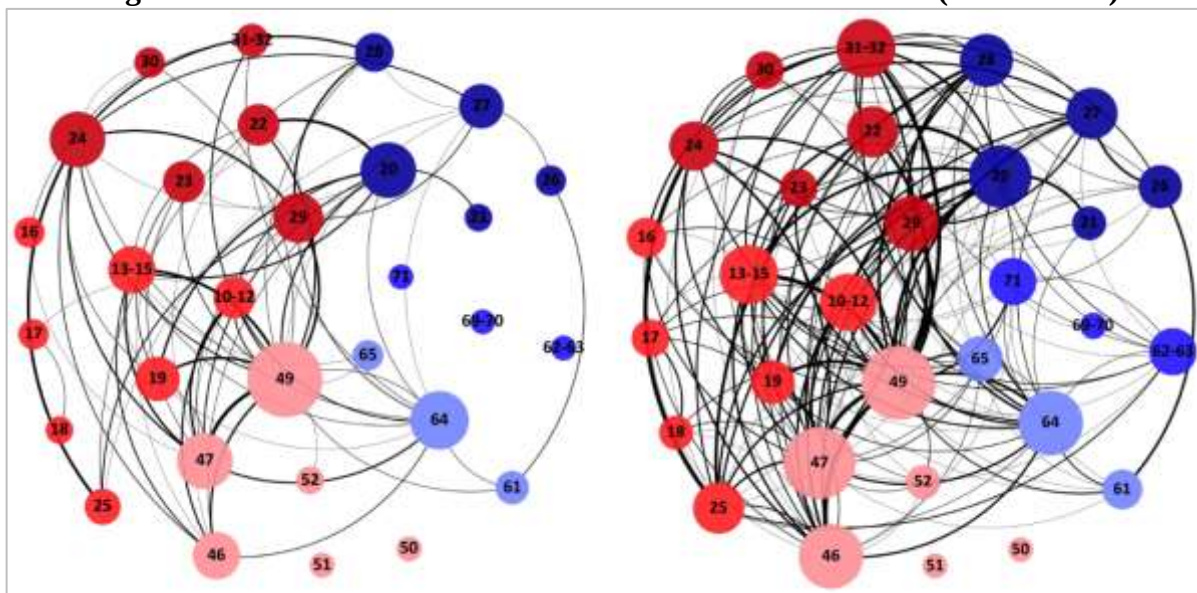
Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Com respeito às mudanças estruturais ocorridas entre 2000 e 2014 na Índia (Figura 5.8), destaca-se que o crescimento de fluxos intensos e relevantes segue uma tendência semelhante à do Brasil, embora com direções divergentes. A rede produtiva em 2000 estruturava-se em torno principalmente das atividades relacionadas ao *cluster* de produção em massa, com pontuais inserções de fluxos relevantes de atividades ligadas ao grupo MIE e SIF e completa irrelevância dos SIC.

Em 2014, apesar do crescimento da densidade ter sido desempenhada principalmente pelo crescimento da centralidade de setores tradicionais, o adensamento produtivo transbordou em direção ao adensamento do grupo MEC. Com relação aos SIC, destaca-se o aumento da

centralidade das atividades de ‘Programação de computadores e atividades de serviços de informação’ (62-63) e ‘Arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas’ (71), resultados que não foram observados nos outros países. Porém, apesar disso, a região inferior direita do grafo da rede de sistema produtivo indiano continua sendo a de menor adensamento produtivo.

Figura 5.8 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais da Índia (2000 – 2014)

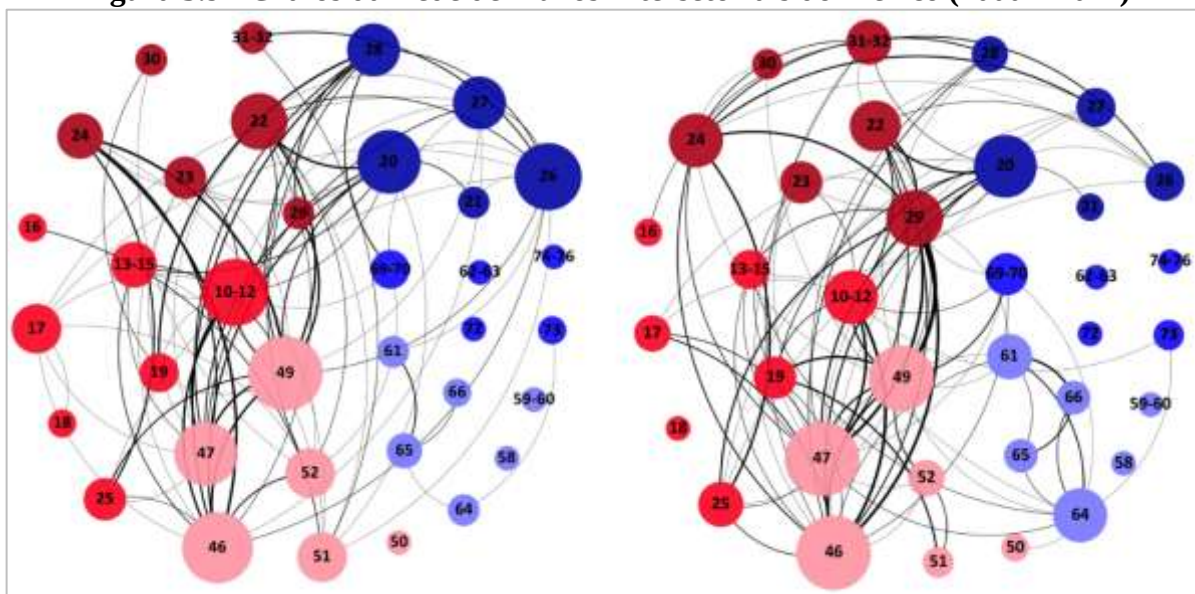


Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Por último, conforme Figura 5.9, a evolução do adensamento produtivo do México demonstrou os piores resultados entre os quatro países em desenvolvimento analisados. Observando a evolução entre os grafos de 2000 e 2014, diversos setores intensivos em tecnologia de MEC perderam em 2014 centralidade observada no ano 2000: ‘Produtos de informática, eletrônicos e ópticos’ (26), ‘Equipamentos elétricos’ (27) e ‘Máquinas e equipamentos’ (28).

Setores de manufaturas tradicionais da Índia também apresentaram resultados negativos análogos, como a indústria ‘Têxtil’ (10-12) e produtos de “Borracha e plástico” (22). Nesse contexto, o adensamento pode ter se direcionado para outras Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), com destaque para a indústria de ‘Metais básicos’ (24), ‘Veículos automotivos’ (29) e ‘Móveis e outros manufaturados’ (31-32). Com relação aos SIF e aos SIC, apesar de ligeiro aumento da centralidade dos ‘Serviços financeiros’ (64), os grafos demonstram que esses grupos de serviços continuam apresentando densidades intersetoriais e centralidade incipientes na economia indiana.

Figura 5.9 - Grafos da Rede de Fluxos Intersectoriais do México (2000 – 2014)



Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

As evidências apresentadas nesta seção revelam que a dinâmica de adensamento das atividades de Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) com o sistema produtivo foi distinta nos países analisados. A China, por exemplo, demonstrou um aumento dinâmico na densidade dos setores SIC ao longo do tempo, evidenciando interdependências mais proeminentes com os setores manufatureiros. Visualmente, a análise dos grafos revela um significativo aumento na intensidade dos fluxos intersectoriais na economia chinesa. No entanto, apesar dos resultados positivos, o adensamento produtivo dos SIC com a estrutura produtiva ainda não foi completamente alcançado, como indicado por algumas centralidades reduzidas em certos segmentos.

O Brasil também registrou resultados quantitativamente positivos, com uma trajetória dinâmica de adensamento tanto a montante quanto a jusante das atividades SIC. No entanto, os índices intersectoriais indicam que o adensamento desses serviços se concentrou principalmente na intensificação dos fluxos com os serviços do sistema produtivo, em detrimento dos grupos manufatureiros analisados. Essas conclusões são claramente observáveis nos grafos estimados, especialmente na estagnação do adensamento produtivo e de centralidade insuficiente das atividades de MEC ao longo do período analisado.

Por sua vez, a Índia, embora ainda não tenha alcançado um dinamismo pleno nas atividades SIC, demonstrou uma evolução importante entre 2000 e 2014. As atividades, que inicialmente estavam isoladas da estrutura produtiva, mostraram ampliação da densidade e da centralidade dos setores intensivos em conhecimento. Por outro lado, a economia do México

revelou que as atividades SIC ainda não foram plenamente integradas à dinâmica produtiva do país. Tanto os resultados qualitativos, quantitativos e visuais indicam que os serviços intensivos em conhecimento ainda estão em estágios incipientes de desenvolvimento no país.

Os resultados indicam que os Serviços Intensivos em Conhecimento ainda não apresentam interdependências amplamente consolidadas nas estruturas produtivas dos países em desenvolvimento, como observado nos países desenvolvidos pelos trabalhos de Criaci e Palma (2016) e de Antonioli, Berardino e Onesti (2020). Entretanto, conforme observado nos diferentes países desenvolvidos, o aprofundamento das relações setoriais das atividades SIC nos países desenvolvidos apresenta intensidades e direções distintas.

Com relação à interdependência dos Serviços Intensivos em Conhecimento com a estrutura produtiva do Brasil, os diversos indicadores não corroboram os resultados agregados de Fornari, Gomes e Hiratuka (2016), do qual os serviços apresentaram perda de encadeamentos com estrutura produtiva. O presente estudo, ao analisar de forma desagregada os serviços conforme suas trajetórias e padrões tecnológicos, demonstra que os serviços produtivos intensificaram a densidade e centralidade na estrutura produtiva brasileira, sobretudo os serviços intensivos em conhecimento e os serviços de infraestrutura física.

A partir de análises com horizonte mais amplo e desagregações setoriais mais detalhadas, em relação ao trabalho de Souza, Bastos e Perobelli (2016), o presente capítulo elucida minuciosamente a ampliação da relevância dos serviços empresariais, de transporte, armazenamento e comunicações. Com base nas análises realizadas é possível verificar que os serviços empresariais apresentam trajetória dinâmica devido a crescente interdependência de Serviços financeiros e Atividades jurídicas, de contabilidade e gestão com a estrutura produtiva brasileira. Soma-se a esses, avanços iniciais de SIC tecnológicos, como os segmentos de Programação e serviços de informação e de Pesquisa e desenvolvimento.

Conforme apontado pelo trabalho de Jin et al. (2022), os grafos da China confirmam a evolução de uma estrutura produtiva centrada em serviços tradicionais no ano de 2000 para uma maior interdependência dos SIC com a estrutura produtiva em 2014. Entretanto, deve-se salientar que esse avanço ainda não atingiu todos os setores dos serviços sofisticados. Com relação ao México, os grafos confirmam o achado de Contreras (2019): serviços tradicionais são centrais nas redes produtivas do país, porém alguns setores regrediram em suas centralidades. Entretanto, não se pode corroborar qualquer escala de centralidade dos SIC como setores estratégicos, visto que estes apresentaram trajetória de estagnação no período analisado.

Os resultados relacionados a trajetória dos SIC na Índia são contraditórios: apresentou o maior crescimento na participação do valor adicionado dos SIC na economia; demonstrou avanços importantes da interdependência dos SIC com a estrutura produtiva; porém não foram observadas trajetórias dinâmicas de adensamento dos SIC nos fluxos nacionais da matriz insumo-produto, como observado nos casos do Brasil e da China. Essas apreciações podem indicar que o avanço dos SIC na Índia estão sendo direcionados de forma mais intensa para o comércio internacional, em relação as outras economias, visto que as conclusões do trabalho de Blázquez, Díaz-Mora e González-Díaz (2020) indicam que a Índia revelou os maiores avanços na inserção dos SIC nas Cadeias Globais de Valor.

Considerações ao capítulo

O presente capítulo realizou uma análise intersetorial, intertemporal, comparada e integrada da trajetória de interdependência dos Serviços Intensivos em Conhecimento com o sistema produtivo de quatro países em desenvolvimento: Brasil, China, Índia e México. A metodologia utilizada baseou-se na análise de redes, com a estimação de índices de densidade setorial e intersetorial, medidas de centralidade e elaboração de grafos, aplicadas às matrizes insumo-produto nacionais desses países.

No geral, a primeira hipótese do trabalho pode ser validada, pois todos os países analisados demonstraram aumento na importância dos SIC em suas estruturas produtivas durante o período de 2000 a 2014, porém com diferenças significativas em intensidade e trajetória. Na China, os SIC mostraram trajetória dinâmica na interdependência com a estrutura produtiva, apesar de não se destacarem como atividades centrais na economia. No Brasil, os SIC registraram avanço significativo tanto a montante quanto a jusante, porém o adensamento dessas atividades concentrou-se principalmente na intensificação dos fluxos com outros serviços do sistema produtivo. Na Índia, apesar de inicialmente isolados em 2000, os SIC apresentaram progresso importante, com destaque para as inter-relações com setores manufaturados. Já no México, diante de trajetória de estagnação dos SIC, fica evidente que essas atividades ainda não estão totalmente integradas à dinâmica produtiva.

Deve-se destacar que a hipótese de uma maior interdependência dos SIC com setores associados ao paradigma da economia do conhecimento não foi observada de maneira integral. No Brasil, por exemplo, destaca-se a ampliação da relação intrasetorial dos SIC, em detrimento das atividades MEC. Apesar de ter apresentado trajetória de diversificação das

interdependências com manufaturas, os SIC no Brasil ainda possuem elevada relação interserviços.

Na China, devido a intensificação expressiva das relações entre SIC-SIC, SIC-SIR e SIC-MEC observa-se maior adensamento produtivo com as atividades relacionadas à economia do conhecimento. Além disso, a participação dos SIC são mais intensas com as manufaturas do que as relações intra-serviços, essa característica deve-se ao fato do setor indústria ser central na estrutura produtiva chinesa.

Na Índia a trajetória dos SIC apresentou intensificação das relações com as manufaturas, especialmente MIE-SIC e MEC-SIC, com destaque para os SIC tecnológicos. Porém o adensamento produtivo dos SIC foi menor do que o observado nas atividades de Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR). Por outro lado, no México, o adensamento produtivo dos SIC ainda não foi plenamente integrada à dinâmica produtiva e as interações existentes estão restritas a setores tradicionais de produção em massa. Além disso, em termos gerais, a estrutura produtiva mexicana demonstrou os maiores avanços hierarquicamente, ou seja, menos diversificada.

Os resultados indicam que o adensamento das atividades de SIC desenvolvem-se simultaneamente com as atividades dos dois paradigmas produtivos, e as diferentes trajetórias estão associadas à eminência da mudança estrutural em direção à economia do conhecimento. Em outros termos, nas economias em desenvolvimento os SIC ainda não possuem interdependências mais significativas com os grupos setoriais associados a economia do conhecimento, como nos países desenvolvidos. Esse fator está diretamente condicionado a trajetórias mais dinâmicas de setores associados às tecnologias emergentes.

Este capítulo contribui para a literatura ao aprofundar a compreensão da interdependência entre as atividades dos Serviços intensivos em conhecimento e a estrutura produtiva de países em desenvolvimento, evidenciando as diferentes trajetórias setoriais e intersetoriais dentro do sistema produtivo. Além disso, propõe uma medida endógena para a determinação de fluxos relevantes, tornando a análise de redes mais robusta ao considerar especificidades internas de produção. No entanto, o capítulo apresenta limitações, como a ausência de dados mais atualizados factíveis de deflacionamento e a ausência de análise que englobe fluxos setoriais internacionais. Essas restrições sugerem possíveis direções para futuras contribuições na compreensão da interdependência dos Serviços Intensivos em Conhecimento nas estruturas produtivas de países em desenvolvimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve como objetivo analisar as características inovativas dos serviços intensivos em conhecimento (SIC) e investigar sua interdependência tecnológica e econômica com a estrutura produtiva brasileira nos últimos anos. Para atingir esse propósito, foram adotadas abordagens empíricas no nível setorial, utilizando dados provenientes da pesquisa de inovação e de matrizes insumo-produto, associadas à aplicação das metodologias insumo-produto e análise de redes. Essas ferramentas permitiram examinar as configurações tecnológicas dos SIC, além de mapear fluxos de inovação e fluxos de bens e serviços entre essas atividades e os diferentes setores da economia.

Em termos específicos, o trabalho se dedicou a responder três questões centrais: i) os serviços intensivos em conhecimento possuem a capacidade de desenvolver inovação e dispor de configurações tecnológicas dinâmicas no contexto brasileiro? ii) as atividades desses serviços contribuem significativamente na difusão de inovação para a estrutura produtiva nacional? iii) verifica-se intensificação ou estagnação das interdependências setoriais e intersetoriais dos SIC no sistema produtivo de países em desenvolvimento no período recente?

Com base nos questionamentos centrais apresentados, o trabalho também formulou três hipóteses que orientaram a investigação. Primeiramente, postulou-se que os SIC, reconhecidos por sua capacidade de inovação nos países desenvolvidos, também exibem no Brasil uma alta intensidade tecnológica, aliada a uma ampla diversidade de estratégias e tipos de inovação. Em segundo lugar, argumentou-se que, além de promoverem inovações, os SIC desempenham um papel importante e crescente na disseminação de conhecimentos tecnológicos dentro do sistema de inovação brasileiro. Finalmente, com a mudança de paradigma tecnológico afetando também os países em desenvolvimento, a hipótese sugere que, ao longo do período recente, houve uma ampliação da relevância dos SIC nas economias de países como Brasil, China, Índia e México.

Tais hipóteses foram verificadas, respectivamente, nos capítulos 2, 3 e 4 da presente tese. Conforme apresentado, o capítulo 3 examina o comportamento inovador dos SIC no Brasil, com base nos dados das edições mais recentes da PINTEC (2011, 2014 e 2017). A partir desses dados, foram construídos indicadores que abrangem aspectos dos esforços inovativos, dos padrões de inovação e das trajetórias tecnológicas. O terceiro capítulo aprofunda a análise sobre a contribuição dos SIC para o sistema de inovação brasileiro, integrando dados da PINTEC e de matrizes insumo-produto. A investigação, baseada na estimação de fluxos de inovação, avalia as interdependências tecnológicas e aplica métodos insumo-produto para

desenvolver indicadores que medem a capacidade de absorção e transbordamento tecnológico dos SIC, além de analisar a interdependência tecnológica deste grupo setorial com os demais setores. Já o capítulo 5 amplia a perspectiva ao comparar a estrutura produtiva do Brasil, China, Índia e México, com base na aplicação da análise de redes em matrizes insumo-produto. Por meio da elaboração de medidas de densidade e centralidade e a elaboração de grafos, o capítulo analisa um possível aprofundamento de atividades associadas ao paradigma da economia do conhecimento, com foco no adensamento dos SIC e suas interrelações econômicas no sistema produtivo brasileiro.

Os resultados do segundo capítulo indicam que os SIC no Brasil possuem capacidades inovativas robustas, refletidas em elevados esforços de inovação, especialmente em termos de investimentos e pessoal dedicado a P&D. Essas atividades se destacam pela interação contínua com clientes e redes de informação, além do esforço para acumular conhecimento por meio de fontes de informação internas. Porém, os serviços relacionados à tecnologia da informação, dados e internet demonstram pouca importância nas fontes de informação provenientes de Universidades, Centros de pesquisa e Instituições de capacitação e testes. A análise mostrou que os SIC não apenas implementam novas soluções organizacionais e de *marketing* no mercado, mas também desempenham um papel significativo na geração de novos produtos e processos, contribuindo com inovações tanto para o mercado nacional quanto o internacional. Apesar do cenário econômico desafiador, caracterizado por estagnação na década de 2010, os SIC demonstraram resiliência, mantendo estáveis seus esforços inovativos e ampliando a efetividade dos resultados tecnológicos.

Na análise comparativa intersetorial, os SIC se destacam pela maior intensidade inovativa e pelo espectro mais diversificado de inovações, superando os grupos de manufaturas intensivas em tecnologia em termos de inovação. Apesar de compartilharem com o grupo de Manufaturas especializadas e baseadas em ciência (MEC) o desempenho superior em inovações efetivas e radicais, especialmente no desenvolvimento de novos produtos, os SIC enfrentam menos obstáculos para inovar, tanto em relação às manufaturas como à média de todos os setores. A análise intrasetorial revela significativa heterogeneidade nas intensidades e estratégias inovativas. O segmento de Arquitetura, engenharia e análises técnicas, por exemplo, apresenta baixo esforço inovativo, maior dependência de fontes externas de conhecimento e prioriza inovações de processo e organizacionais. Em contraste, os serviços de TI demonstram esforço inovativo médio-alto, com ênfase em P&D interna como fonte relevante de conhecimento e um espectro mais amplo de inovações. Já o segmento de ‘Pesquisa e

desenvolvimento’, devido às suas características particulares, destaca-se como um *outlier* nas diferentes dimensões avaliadas.

Deve-se destacar que, embora os grupos setoriais com maior intensidade tecnológica e esforço inovativo (SIC e MEC) apresentem elevado potencial de inovação, suas trajetórias tecnológicas não seguiram um desenvolvimento contínuo e dinâmico. Embora tais trajetórias tenham sido impactadas por fatores econômicos adversos, característicos do período em questão, os resultados indicam que as políticas de inovação no Brasil precisam ser orientadas não apenas pela implementação de iniciativas, mas também pelo monitoramento dos resultados e das trajetórias inovativas, com especial atenção aos setores mais avançados, que têm o potencial de gerar empregos de qualidade e promover transformações tecnológicas significativas na economia.

Em relação à segunda hipótese, os resultados do terceiro capítulo confirmam que os SIC desempenham um papel significativo na geração de transbordamentos tecnológicos dentro da estrutura produtiva nacional. Essa constatação foi especialmente evidente quando se analisaram os fluxos de inovação em P&D, mas teve menos impacto quando considerados os transbordamentos oriundos de todas as Atividades Inovativas. Ademais, os SIC apresentaram uma capacidade limitada de absorção de inovação geradas por outros setores, sugerindo que, apesar de contribuírem para a difusão de inovação, essa contribuição é mais pronunciada nas ligações para frente do que nas relações setoriais para trás.

Os resultados do capítulo 3 também demonstram que a interdependência tecnológica entre os SIC e os setores manufatureiros mais intensivos em tecnologia não foram totalmente corroboradas para o caso brasileiro. Embora os SIC gerem transbordamentos tecnológicos em montantes significativos para os setores industriais, os efeitos proporcionais são mais concentrados nos outros grupos de serviços. Esses resultados demandam duas considerações: a) os outros grupos de serviços desenvolvem pouca ou nenhuma inovação, tornando-se proporcionalmente mais dependentes da absorção tecnológica proveniente de outros setores; b) os grupos industriais dependem menos da absorção de inovações externas, o que compromete a proporção dos efeitos observados.

Destaca-se a relevância dos fluxos de inovação dos SIC para a absorção tecnológica em atividades relacionadas à ‘Administração pública e outros serviços sociais e pessoais’, ‘Serviços de Infraestrutura de Redes’ e ‘Serviços de Infraestrutura Física’. No que se refere a primeira, o resultado suscita duas reflexões: i) o papel estratégico das compras governamentais

como impulsionadoras de inovação nos serviços intensivos em conhecimento; ii) a contribuição dos esforços inovativos desses serviços como catalisadores para a modernização e digitalização dos serviços públicos no Brasil. Essa constatação abre perspectivas para futuras investigações, possibilitando a decomposição desses efeitos para avançar na compreensão da interdependência tecnológica entre os SIC e as atividades governamentais.

A elaboração de matrizes de fluxos tecnológicos apresenta limitações metodológicas importantes que merecem consideração. O modelo insumo-produto, embora útil para estimar fluxos tecnológicos, não consegue capturar todas as interações relevantes em um sistema nacional de inovação, restringindo-se à incorporação de gastos em P&D e AI proporcionalmente aos fluxos de bens e serviços. Tal abordagem assume que todo investimento em inovação é transferido por meio do consumo intermediário, desconsiderando outras formas de disseminação do conhecimento. Além disso, a inovação é tratada de forma simplificada, ignorando que esforços em P&D podem não se traduzir diretamente em avanços tecnológicos. Devido à ausência de dados adequados, o capítulo também não considera os fluxos tecnológicos decorrentes de investimentos em formação bruta de capital fixo, que desempenham papel relevante na difusão de inovações. A análise setorial também reduz a capacidade de captar dinâmicas mais detalhadas no nível das firmas, especialmente em casos onde atividades secundárias de P&D são conduzidas em setores econômicos distintos da classificação principal das empresas. Essas restrições metodológicas reforçam a necessidade de interpretações cautelosas e a busca por abordagens complementares em investigações futuras.

No que diz respeito à terceira questão, os resultados do capítulo 5 confirmam o aumento das interdependências dos SIC nas estruturas produtivas dos países analisados entre 2000 e 2014, embora com trajetórias e intensidades distintas. No Brasil, os SIC apresentaram avanços expressivos, evidenciando os maiores adensamentos entre os grupos setoriais e uma evolução dinâmica no período. A China destacou-se pelo aumento significativo e complexo da densidade produtiva, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. No entanto, apesar de sua trajetória ascendente, os SIC chineses ainda não se consolidaram como atividades centrais na economia. Na Índia, embora inicialmente isolados no início do período, os SIC demonstraram progressos relevantes. Em contraste, no México, os SIC apresentaram baixo adensamento produtivo e uma integração limitada à dinâmica econômica.

O capítulo 5 também evidenciou que a interdependência dos SIC com setores ligados à economia do conhecimento revelou-se limitada, especialmente no contexto brasileiro e mexicano. No Brasil, prevaleceram relações intra-serviços, em detrimento de interações mais

significativas com as manufaturas avançadas (MEC). Já no México, as interações dos SIC mantiveram-se restritas e dependentes de setores tradicionais associados à produção em massa. Por outro lado, a China evidenciou maior articulação produtiva dos SIC com setores ligados às tecnologias emergentes, refletindo uma mudança estrutural em direção ao paradigma da economia do conhecimento. Na Índia, ainda que os SIC não tenham alcançado elevada centralidade, suas conexões com setores industriais, especialmente as manufaturas sofisticadas (MEC), apresentaram expansão.

De modo geral, o desenvolvimento dos SIC nas economias em desenvolvimento ocorre de forma alinhada ao paradigma produtivo predominante, sendo ainda insuficiente para consolidar uma transição sólida para setores associados à economia do conhecimento. No Brasil, observa-se uma estagnação evidente das Manufaturas fornecedoras especializadas e baseadas em ciência, especialmente como ofertantes para o mercado interno. Assim, apesar do relevante avanço no adensamento produtivo dos SIC, isso não se traduziu em uma simbiose mais robusta com as manufaturas avançadas.

Essa constatação revela simultaneamente grandes desafios e oportunidades. O redirecionamento estratégico para fortalecer capacidades em manufaturas e serviços avançados é uma tarefa complexa, mas essencial. Conforme demonstrado nos capítulos 2 e 3, essas atividades exibem configurações inovativas dinâmicas, além de desempenharem papel significativo na disseminação de tecnologia para a estrutura produtiva nacional. Nesse contexto, a mudança estrutural rumo ao paradigma tecnológico da economia do conhecimento - e, conseqüentemente, a elevação da produtividade e geração de bons empregos - depende, sobretudo, do aprofundamento das interdependências setoriais e tecnológicas dos grupos de SIC e MEC com a estrutura produtiva.

Devido a sua natureza intrinsecamente inovadora e sua capacidade de transbordar conhecimento ao longo da estrutura produtiva, as evidências apresentadas reforçam o papel estratégico dos serviços intensivos em conhecimento no contexto das políticas públicas e estratégias empresariais de inovação. Essas atividades, além de desenvolverem diretamente a criação de novos produtos e soluções para o mercado, atuam como vetores de processos inovativos e facilitadores no acúmulo de conhecimento, fomentando o desenvolvimento de competências nos setores manufatureiros e em outros segmentos produtivos. Portanto, estratégias inovativas e políticas públicas que priorizem a integração e fortalecimento dos SIC não apenas estimulam a competitividade e produtividade, mas também pavimentam o caminho

para uma transição estruturada em direção à economia do conhecimento, essencial para a consolidação de uma nova indústria no Brasil.

Esta tese não apenas qualifica o debate sobre o papel dos serviços para o desenvolvimento econômico brasileiro, mas também contribui para a literatura sobre inovação em serviços e avança na compreensão da estrutura produtiva do país. O trabalho oferece uma análise abrangente e comparativa de características inovativas dos serviços intensivos em conhecimento no Brasil, até então pouco explorada. Além de realizar a estimação de fluxos de inovação para períodos mais recentes em relação ao observado na literatura, aprofunda-se sobre a importância das atividades SIC como difusores de inovação para o sistema de inovação brasileiro. Por fim, contribui ao ilustrar, por meio da análise de redes, a evolução dos SIC e a sua interdependência com a estrutura produtiva de países em desenvolvimento, destacando as distintas trajetórias setoriais e intersetoriais dentro do sistema produtivo.

Por fim, é pertinente destacar algumas limitações e sugerir possíveis direções para investigações futuras. A exclusão dos fluxos de inovação provenientes da demanda associada à formação bruta de capital constitui uma limitação significativa, especialmente em um contexto de crescente relevância de investimentos em softwares, bancos de dados, P&D e outras formas de propriedade intelectual. Além disso, a falta de uma análise da interdependência tecnológica e econômica com base em matrizes insumo-produto internacionais, pode obscurecer aspectos novos dos serviços intensivos em conhecimento, particularmente no que diz respeito às dinâmicas das cadeias globais de valor. Por exemplo, a economia indiana pode ter avançado na internacionalização de seus serviços, ou os fluxos tecnológicos importados pelo Brasil, voltados para atender às manufaturas avançadas, poderiam oferecer contribuições valiosas para as conclusões da pesquisa – elementos que não foram capturados pela análise realizada.

Além da superação dessas limitações mencionadas, futuras contribuições podem direcionar esforços para a compreensão das características e capacidades dos SIC no contexto regional da economia brasileira. No nível da firma, estudos de caso podem revelar particularidades da inovação em serviços intensivos em conhecimento, assim como a cooperação entre esses serviços e as manufaturas avançadas, contribuindo para a ampliação das capacidades produtivas e tecnológicas. Tais investigações podem lançar luz sobre aspectos não observados em níveis setoriais e nacionais.

Adicionalmente, cabe destacar novamente que a falta de dados desagregados, a escassez de informações mais atualizadas e a ausência de bases adequadas para deflacionamento limitam

o progresso das pesquisas que buscam analisar os SIC. Essas limitações indicam possíveis caminhos para futuras contribuições na compreensão da inovação e das interdependências dos serviços intensivos em conhecimento nas estruturas produtivas.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; AGHION, P.; ZILIBOTTI, F. Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth. **Journal of the European Economic Association**, v. 4, n. 1, p. 37–74, 2006. DOI: 10.1162/jeea.2006.4.1.37.
- ACEMOGLU, D.; CARVALHO, V.; OZDAGLAR, A.; TAHBAZ-SALEHI, A. The Network Origins of Aggregate Fluctuations. **Econometrica**, vol. 80(5), p. 1977-2016, 2012.
- ACEMOGLU, D. **It's Good Jobs, Stupid**. Economics for Inclusive Prosperity Policy Brief 13, 2019.
- AGARWAL, R.; SELEN, W. Dynamic Capability Building in Service Value Networks for Achieving Service Innovation. **Decision Sciences**, v. 40, p. 431–475, 2009. DOI: 10.1111/j.1540-5915.2009.00236.x.
- ALCHIAN, A. Uncertainty, Evolution, and Economic Theory. **Journal of Political Economy**, v. 58, 1950.
- AMARA, N.; LANDRY, R.; DOLOREUX, D. Patterns of Innovation in Knowledge Intensive Business Service. **The Service Industries Journal**, 29, p. 407-430, 2009. DOI: 10.1080/02642060802307847.
- AMITI, M.; WEI, S. **Service Offshoring, Productivity, and Employment: Evidence from the United States**. 2005.
- ANTONIETTI, R.; CAINELLI, G. Production Outsourcing, Organizational Governance and Firm's Technological Performance: Evidence from Italy. **The IUP Journal of Managerial Economics**, v. VI, n. 1, p. 51–69, 2008. DOI: 10.22004/ag.econ.9553.
- ANTONIOLI, D.; DI BERARDINO, C.; ONESTI, G. Specialization and KIBS in the Euro area: a vertically integrated sector perspective. **International Review of Applied Economics**, v. 34, n. 2, p. 267-290, mar., 2020. DOI: 10.1080/02692171.2019.1708278.
- ARROW, K. The Economic Implications of Learning by Doing. **The Review of Economic Studies**, v. 29, n. 3, p. 155, 1962. DOI: 10.2307/2295952.
- AYERST, S.; IBRAHIM, F.; MACKENZIE, G.; RACHAPALLI, S. Trade and diffusion of embodied technology: an empirical analysis. **Journal of Monetary Economics**, n. 137, p. 128–145, 2023.
- BACON, R. WILLIAM.; ELTIS, W. **Britain's economic problem: too few producers**. Macmillan, 1978.
- BAKER, D. The impact of business-services use on client industries:evidence from input output data. In: Rubalcaba, L., Kox, H. (Eds.), **Business Services in European Economic Growth**. Palgrave MacMillan, New York, p. 97–115, 2007.
- BARRAS, R. Towards a theory of innovation in services. **Research Policy**, v. 15, n. 4, p. 161–173, 1986. DOI: 10.1016/0048-7333(86)90012-0.

- BAUMOL, W. Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. **The American Economic Review**, v. 57, n. 3, p. 415–426, 1967.
- BLÁZQUEZ, L.; DÍAZ-MORA, C.; GONZÁLEZ-DÍAZ, B. The role of services content for manufacturing competitiveness: A network analysis. **PLoS ONE**, 15(1), 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0226411.
- BETTENCOURT, L.; OSTROM, A.; BROWN, S.; ROUNDTREE, R. Client Co-Production in Knowledge-Intensive Business Services. **California Management Review**, v. 44, n. 4, p. 100–128, 2002. DOI:10.2307/41166145.
- BETTIOL, M.; MARCHI, V.; DI MARIA, E.; GRANDINETTI, R. Determinants of Market Extension in Knowledge-Intensive Business Services: Evidence from a Regional Innovation System. **European Planning Studies**, v. 21, n. 4, p. 498–515, 2013. DOI: 10.1080/09654313.2012.722930.
- BIGDELI, A. Z.; BAINES, T.; SCHROEDER, A.; BROWN, S.; MUSSON, E.; SHI, V.; CALABRESE, A. Measuring servitization progress and outcome: the case of ‘advanced services’. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 4, p. 315–332, 2018. DOI: 10.1080/09537287.2018.1429029.
- BONTADINI, F.; EVANGELISTA, R.; MELICIANI, V.; SAVONA, M. Integration in Global Value Chains and Employment in Europe. **SWPS Working Paper Series**, 16, August, 2019. DOI: 10.2139/ssrn.3436703.
- BRAGA, A.; MARQUES, C. S.; SERRASQUEIRO, Z. Internationalisation Strategy of Knowledge-Intensive Business Services. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 9, n. 2, p. 359–377, 2018. DOI: 10.1007/s13132-017-0461-5.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. New York, NY, US: W W Norton & Co, 2014.
- CABIGIOSU, A.; CAMPAGNOLO, D.; FURLAN, A.; COSTA, G. Modularity in KIBS: The Case of Third-Party Logistics Service Providers. **Industry and Innovation**, v. 22, n. 2, p. 126–146, 2015. DOI: 10.1080/13662716.2015.1023012.
- CALVINO, F.; CRISCUOLO, C.; MARCOLIN, L.; SQUICCIARINI, M. **Business dynamics and digitalisation**. **OECD Science, Technology and Industry Policy Papers**, No. 62, OECD Publishing, Paris, 2019. DOI: 10.1787/6e0b011a-en.
- CARTER, A. **Structural Change in the American Economy**. Cambridge, Mass., Harvard, University Press, 1970.
- CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. **Research Policy**, v. 37, n. 6–7, p. 978–994, 2008. DOI: 10.1016/j.respol.2008.03.011.
- CERINA, F.; ZHU, Z.; CHESSA, A.; RICCABONI, M. World Input-Output Network. **Plos One**, 10(7), 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0134025.

CHANG, S. Patent Technology Network Analysis of Machine-Learning Technologies and Applications in Optical Communications. **Photonics**, 7, 131, 2020. DOI: 10.3390/photonics7040131.

CLARK, C. The conditions of economic progress. London: Macmillan , 1940.

CIRIACI, D.; MONTRESOR, S.; PALMA, D. Do KIBS make manufacturing more innovative? An empirical investigation of four European countries. **Technological Forecasting and Social Change**, Volume 95, Pages 135-151, 2015.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. **The Economic Journal**, 99(397), 569. 1989.

COHEN, W.; NELSON, R.; WALSH, J. **Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)**. Cambridge, MA, 2000.

CONSOLI, D.; ELCHE-HORTELANO, D. Variety in the knowledge base of Knowledge Intensive Business Services. **Research Policy**, v. 39, n. 10, p. 1303–1310, 2010. DOI: 10.1016/j.respol.2010.08.005.

CONTRERAS, M. Detecting diffusion properties of sectors in the Mexican economy, 2012. **Inv. Econ**, Ciudad de México, v. 79, n. 311, p. 110-136, 2020. DOI: 10.22201/fe.01851667p.2020.311.72438.

COOKE, P.; STRAMBACH, S. Knowledge-intensive business services (KIBS) – on the way towards a knowledge processing and producing industry. In: **Platforms of Innovation**, Edward Elgar, 2010.

COOMBS, R.; MILES, I. Innovation, Measurement and Services: The New Problematique. Innovation, Measurement and Services: The New Problematique. **Innovation Systems in the Service Economy**. p.85–103, 2000.

CORROCHER, N.; CUSMANO, L.; MORRISON, A. Modes of innovation in knowledge-intensive business services evidence from Lombardy. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 19, n. 2, p. 173–196, 2009. DOI: 10.1007/s00191-008-0128-2.

COSTA, D.; GOMES, G.; BORINI, F.; ALEGRE, J.. Innovative technology services: the human side of knowledge. **Management Decision**, v. 61, n. 10, p. 2973-2993, 2023. DOI: 10.1108/MD-09-2022-1268.

CRESTI, L.; DOSI, G.; FAGIOLO, G. Technological interdependencies and employment changes in European industries. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 64, Pages 41-57, 2023.

CIRIACI, D.; PALMA, D. Structural change and blurred sectoral boundaries: assessing the extent to which knowledge-intensive business services satisfy manufacturing final demand in Western countries. **Economic Systems Research**, v. 28, n. 1, p. 55-77, 2016. DOI: 10.1080/09535314.2015.1101370.

- CROZET, M.; MILET, E. Should everybody be in services? The effect of servitization on manufacturing firm performance. **Journal of Economics & Management Strategy**, v. 26, n. 4, p. 820–841, 2017.
- DAHMEËN, E. ‘Development blocks’ in industrial economics. **Scandinavian Economic History Review**, v. 36, n. 1, p. 3-14, 1988.
- DASGUPTA, S.; SINGH, A. Will Services be the New Engine of Indian Economic Growth? **Development and Change**, v. 36, n. 6, p. 1035–1057, 2005.
- DEZA, X.; LÓPEZ, M. Regional Concentration of Knowledge-Intensive Business Services in Europe. **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 32, n. 6, p. 1036–1058, 2014.
- DJELLAL, F.; FRANCOZ, D.; GALLOUJ, C.; GALLOUJ, F.; JACQUIN, Y. Revising the definition of research and development in the light of the specificities of services. **Science and Public Policy**, v. 30, n. 6, p. 415–429, 2003.
- DIETZENBACHER, E.; VAN DER LINDEN, J. Sectoral and Spatial Linkages in the EC Production Structure. **Journal of Regional Science**, 37: 235-257, 1997.
- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. Externalities of R&D expenditures. **Economic System Research**, v. 14, n. 4, p. 407-425, 2002.
- DOLOREUX, D.; SHEARMUR, R. Exploring and comparing innovation patterns across different knowledge intensive business services. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 19, n. 7, p. 605–625, 2010. DOI: 10.1080/10438590903128966.
- DOLOREUX, D.; SHEARMUR, R. Exploring and comparing innovation patterns across different knowledge business services. **Economics of Innovation and New Technology**, 19, p. 605-625, 2010. DOI: 10.1080/10438590903128966.
- DOLOREUX, D.; SHEARMUR, R.; RODRIGUEZ, M. Internal R&D and external information in knowledge-intensive business service innovation: complements, substitutes or independent? **Technological and Economic Development of Economy**, v. 24, n. 6, p. 2255–2276, 2018.
- DOMÍNGUEZ, A.; SANTOS-MARQUEZ, F.; MENDEZ, C. Sectoral productivity convergence, input-output structure and network communities in Japan. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 59, Pages 582-599, 2021. DOI: 10.1016/j.strueco.2021.10.012.
- DOPFER, K., NELSON, R. The evolution of evolutionary economics. In: Nelson, R.; Dosi, G.; Helfat, C.; Pyka, A.; Winter, S.; Saviotti, P; Lee, K.; Malerba, F.; Dopfer, K. **Modern evolutionary economics: an overview**. New York and Cambridge: Cambridge University Press, 2018.
- DOSI, G. **Mudança Técnica e Transformação Industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores**. Editora Unicamp, Campinas, 2006.

DREJER, I. **Technological change and interindustrial linkages**: introducing knowledge flows in input-output studies. 1999. 224 f. Tese (Phd) – Department of Business Studies, Aalborg University, 1999.

DREJER, I. Identifying innovation in surveys of services: A Schumpeterian perspective. **Research Policy**, v. 33, n. 3, p. 551–562, 2004.

EGGERT, A.; HOGREVE, J.; ULAGA, W.; MUENKHOFF, E. Industrial services, product innovations, and firm profitability: A multiple-group latent growth curve analysis. **Industrial Marketing Management**, v. 40, n. 5, p. 661–670, 2011.

ESCAITH, H.; INOMATA, S. The Evolution of Industrial Networks in East Asia: Stylized Facts and Role of Trade Facilitation Policies. In: Wignaraja, G. (ed.). **Production Networks and Enterprises in East Asia**, edition 1, pages 113-138, Springer, 2016.

EVANGELISTA, R. Innovation in the European service industries. *Science & Public Policy - Sci Public Policy*, v. 33, p. 653–668, 2006.

EVANGELISTA, R.; LUCCHESI, M.; MELICIANI, V. Business services, innovation and sectoral growth. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 25, Pages 119-132, 2013.

FAGERBERG, J. Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 13, n. 2, p. 125–159, 2003.

FEIJÓ, C. A industrialização por substituição de importações: (1930–1979). In: ARAÚJO, E.; FEIJÓ, C. (Org.). **Industrialização e Desindustrialização no Brasil: Teorias, Evidências e Implicações de Política**. Maringá: Appris, 2024.

FERNANDEZ-STARK, K.; BAMBER, P.; GEREFFI, G. The Offshore Services Global Value Chain: Economic Upgrading and Workforce Development. In: K. Fernandez-Stark; G. Gereffi; P. Psilos (Orgs.); **Skills for Upgrading Workforce Development and Global Value Chains in Developing Countries**, 2011.

FERREIRA, A.; QUADROS, R. **Technological innovation in knowledge intensive business services: An analysis of the Brazilian context**. In: Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 2006.

FIGUEIREDO, R. ; VIEIRA NETO, J.; QUELHAS, O.; FERREIRA, J.. Knowledge Intensive Business Services (KIBS): bibliometric analysis and their different behaviors in the scientific literature: Topic 16 – Innovation and services. **RAI Revista de Administração e Inovação**, v. 14, n. 3, p. 216-225, 2017. DOI: 10.1016/j.rai.2017.05.004.

FIGUEIREDO, R.; FERREIRA, J. Spinner Model: Prediction of Propensity to Innovate Based on Knowledge-Intensive Business Services. **Journal of the Knowledge Economy**, Springer, Portland International Center for Management of Engineering and Technology, v. 11, n. 4, p. 1316-1335, dez, 2020.

FISHER, A. G. B. Production, primary, secondary and tertiary. **The Economic Record**, v. 15, n. 1, p. 24–38, 1939.

- FORNARI, V.; GOMES, R.; HIRATUKA, C. Mudanças recentes nas relações intersetoriais: um exame das atividades de serviço e industriais. **Rev. Bras. Inov.**; Campinas (SP), 16 (1), p. 157-188, 2017.
- FRANK, A.; MENDES, G.; AYALA, N.; GHEZZI, A. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 141, p. 341–351, 2019.
- FREEL, M. Patterns of Technological Innovation in Knowledge-Intensive Business Services. **Industry and Innovation**, v. 13, n. 3, p. 335–358, 2006. DOI: 10.1080/13662710600859157.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour. In: G. Dosi; C. Freeman; R. Nelson; G. Silverberg; L. Soete (Orgs.). **Technical change and economic theory**, 1988.
- FREIRE, C. Um estudo sobre os serviços intensivos em conhecimento no Brasil. In: DE NEGRI, J.; KUBOTA, L. (Eds.). **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: IPEA, p. 107–131, 2006.
- FRIESENBICHLER, K.; KÜGLER, A. Servitization across countries and sectors: Evidence from world input-output data. **Economic Systems**, v. 46, n. 3, p. 101014, 2022.
- FUCHS, V. Some Implications of the Growth of a Service Economy. **The Service Economy**. p.183–199, 1968.
- GADREY, J.; GALLOUJ, F. The Provider-Customer Interface in Business and Professional Services. **Service Industries Journal**, v. 18, p. 1–15, 1998.
- GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. **OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity**. Paris, 2016.
- GALLOUJ, F. **Economie de l'innovation dans les services**. Post-Print, HAL, 1994.
- GALLOUJ, F. Towards a neo-Schumpeterian theory of innovation in services? **Science and Public Policy**, v. 24, n. 6, p. 405–420, 1997.
- GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. Innovation in services. **Research Policy**, vol. 26, issue 4-5, 537-556, 1997. DOI: 10.1016/S0048-7333(97)00030-9.
- GALLOUJ, F.; Innovation in services and the attendant old and new myths. **The Journal of Socio-Economics**, Vol. 31, Issue 2, p. 137-154, 2002.
- GALLOUJ, F.; SAVONA, M. Innovation in services: A review of the debate and a research agenda. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 19, n. 2, p. 149–172, 2009.
- GEBAUER, H.; REN, G.; VALTAKOSKI, A.; REYNOSO, J. Service-driven manufacturing. **Journal of Service Management**, v. 23, n. 1, p. 120–136, 2012. DOI: 10.1108/09564231211209005.

- GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 12, n. 1, p. 78–104, 2005. DOI: 10.1080/09692290500049805.
- GERSHUNY, J.; MILES, I. **The New Service Economy**. London: Pinter, 1983.
- GHOSH, S.; ROY, S. Qualitative Input–Output Analysis of the Indian Economic Structure. **Economic Systems Research**, 10:3, 263–274, 1998. DOI:10.1080/762947111
- GIOVANINI, A. Mudança estrutural e serviços intermediários: algumas evidências para o limiar do século XXI. **Economia e Sociedade**, v. 30, n. 1, p. 63–90, 2021.
- GIOVANINI, A., PEREIRA, W.; SAATH, K. Intermediate services’ impact on capital goods production. **Nova Economia**, 30(1), 203–230, 2020. DOI: 10.1590/0103-6351/4572
- GIRMA, S.; GÖRG, H. Outsourcing, Foreign Ownership, and Productivity: Evidence from UK Establishment-level Data. **Review of International Economics**, v. 12, n. 5, p. 817–832, 2004.
- GOMES, E.; BUSTINZA, O.; TARBA, S.; KHAN, Z.; AHAMMAD, M. Antecedents and implications of territorial servitization. **Regional Studies**, v. 53, n. 3, p. 410–423, 2019. DOI: 10.1080/00343404.2018.1468076.
- GONÇALVES, E.; FERREIRA NETO, A. Intersectoral flows of technological knowledge in emerging countries: An input-output analysis. **CEPAL Review**, Volume 2016, Issue 118, Sep, p. 139 – 155, 2016.
- GORG, H.; HANLEY, A. Does Outsourcing Increase Profitability? **The Economic and social review**, 35(3):267-288, 2004.
- GOYAL, S. **Connections: An Introduction to the Economics of Networks**. Princeton University Press, 2007.
- GRILICHES, Z. Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth. **Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92–116, 1979. DOI: 10.2307/3003321.
- HAUKNES, J. KNELL, M. Embodied knowledge and sectoral linkages: An input–output approach to the interaction of high- and low-tech industries. **Research Policy**, v. 38 (3), p. 459–469, 2009.
- HERTOG, P. Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 04, n. 04, p. 491–528, 2000. DOI: 10.1142/S136391960000024X.
- HERTOG, P. DEN; GALLOUJ, F.; SEGERS, J. Measuring innovation in a ‘low-tech’ service industry: the case of the Dutch hospitality industry. **The Service Industries Journal**, v. 31, n. 9, p. 1429–1449, 2011.
- HIPP, C.; GALLEGO, J.; RUBALCABA, L. Shaping innovation in European knowledge-intensive business services. **Service Business**, v. 9, n. 1, p. 41–55, 2015. DOI: 10.1007/s11628-013-0217-7.

HONGDAO, Q.; BIBI, S.; KHAN, A.; ARDITO, L.; KHASKHELI, M. B. Legal Technologies in Action: The Future of the Legal Market in Light of Disruptive Innovations. **Sustainability**, v. 11, n. 4, 2019.

HOWELLS, J. Innovation, consumption and services: encapsulation and the combinatorial role of services. **The Service Industries Journal**, v. 24, n. 1, p. 19–36, 2004. DOI: 10.1080/02642060412331301112.

HUGGINS, R. The Growth of Knowledge-Intensive Business Services: Innovation, Markets and Networks. **European Planning Studies**, v. 19, n. 8, p. 1459–1480, 2011.

IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. PINTEC, 2016.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Matriz Insumo-Produto**. Contas Nacionais, n. 62, 2018.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. PINTEC, 2020.

JACINTO, P.; RIBEIRO, E. Crescimento da produtividade no setor de serviços e da indústria no brasil: dinâmica e heterogeneidade. **Economia Aplicada**, 19(3), 401–427, 2015. DOI: 10.1590/1413-8050/ea119450.

JANGER, J.; SCHUBERT, T., ANDRIES, P.; RAMMER, C.; HOSKENS, M. The EU 2020 innovation indicator: A step forward in measuring innovation outputs and outcomes? **Research Policy**, vol. 46, no 1, p. 30–42, 2017. DOI: 10.1016/j.respol.2016.10.001.

JANSSEN, M. Service innovation in an evolutionary perspective. **Phd Thesis** ed. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, 2015.

JIAN, Z.; WANG, C. The Impacts of Network Competence, Knowledge Sharing on Service Innovation Performance: Moderating Role of Relationship Quality. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 6, 2013.

JIN, Y.; XU, Y.; LI, R.; ZHAO, C.; YUAN, Z. Comprehensive Evaluation of China's Input–Output Sector Status Based on the Entropy Weight-Social Network Analysis Method. **Sustainability**, 14(21), 2022. DOI: 10.3390/su142114588.

JONES, R.; KIERZKOWSKI, H.; ARNDT, S. A framework for fragmentation. Fragmentation: new production patterns in the world economy. **Oxford University Press**, p. 17–34, 2001.

KAMAL, M.; SIVARAJAH, U.; BIGDELI, A.; MISSI, F.; KOLIOUSIS, Y. Servitization implementation in the manufacturing organisations: Classification of strategies, definitions, benefits and challenges. **International Journal of Information Management**, v. 55, , 2020.

KAMP, B.; APODACA, I. Are KIBS beneficial to international business performance: Evidence from the Basque Country. **Competitiveness Review**, v. 27, p. 80–95, 2017.

KASTALLI, I. V.; VAN LOOY, B. Servitization: Disentangling the impact of service business model innovation on manufacturing firm performance. **Journal of Operations Management**, v. 31, n. 4, p. 169–180, 2013.

- KLIMAS, P.; CZAKON, W. Innovative Networks in Knowledge-Intensive Industries – How to Make Them Work? An Empirical Investigation into the Polish Aviation Valley. In: **The Laws of the Knowledge Workplace**, p.133-157, 2014.
- KLINE, S.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: R. LANDAU; N. ROSENBERG (Orgs.); **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. p. 275 - 306, 1986.
- KOCH, A.; STROTMANN, H. Determinants of Innovative Activity in Newly Founded Knowledge Intensive Business Service Firms. In: Fritsch, M.; Schmude, J. (eds), **Entrepreneurship in the Region. International Studies in Entrepreneurship**, vol 14. Springer, Boston, 2006. DOI: 10.1007/0-387-28376-5_10.
- KOHLER, W. Aspects of International Fragmentation. **Review of International Economics**, v. 12, n. 5, p. 793–816, 2004.
- KOWALKOWSKI, C.; GEBAUER, H.; KAMP, B.; PARRY, G. Servitization and deservitization: Overview, concepts, and definitions. **Industrial Marketing Management**, v. 60, p. 4–10, 2017.
- KUBOTA, L. As KIBS e a inovação tecnológica das firmas de serviços. **Economia e Sociedade**, v. 37(8), p. 1-21, 2009. DOI: 10.1590/S0104-06182009000200005.
- LAFUENTE, E.; VAILLANT, Y.; VENDRELL-HERRERO, F. Territorial servitization: Exploring the virtuous circle connecting knowledge-intensive services and new manufacturing businesses. **International Journal of Production Economics**, v. 192, p. 19–28, 2017.
- LAFUENTE, E.; VAILLANT, Y.; VENDRELL-HERRERO, F. Territorial servitization and the manufacturing renaissance in knowledge-based economies. **Regional Studies**, v. 53, n. 3, p. 313–319, 2019. DOI: 10.1080/00343404.2018.1542670.
- LEE, D. The role of R&D and input trade in productivity growth: innovation and technology spillovers. **J Technol Transf**, 45, 908–928, 2020.
- LEHRER, M.; ORDANINI, A.; DEFILLIPPI, R.; MIOZZO, M. Challenging the orthodoxy of value co-creation theory: A contingent view of co-production in design-intensive business services. **European Management Journal**, v. 30, n. 6, p. 499–509, 2012.
- LEONCINI, R.; MONTRESOR, S. **Technological systems and intersectoral innovation flows**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003.
- LEONTIEF, W. **A economia do insumo-produto**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R.; WINTER, S. Appropriating the Returns from Industrial Research and Development. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 18, n. 3, p. 783–832, 1987.

- LOMBARDI, S.; SANTINI, E.; VECCIOLINI, C. Drivers of territorial servitization: An empirical analysis of manufacturing productivity in local value chains. **International Journal of Production Economics**, v. 253, 2022.
- LOW, P. The role of services in global value chains. In: D. Elms; Patrick Low (Orgs.); **Global value chains in a changing world**. Geneva: World Trade Organization, p.61–81, 2013.
- LU, L.; YIN, S.; WEN, F.; XU, Q. The spatial structure of labour force employment in China's industries: Measurement and extraction. **Economic Analysis and Policy**, v. 77, p. 472-486, 2023. DOI: 10.1016/j.eap.2022.12.001.
- LUNDVALL, B.; BORRAS, S. **The Globalising Learning Economy: Implications for Innovation Policy**. Brussels: DG XII, 1998.
- MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, v. 102, n. 410, p. 845-859, 1992.
- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, p. 247-264, 2002.
- MARINO-ROMERO, J.; PALOS-SANCHEZ, P.; VELICIA-MARTIN, F.; RODRIGUES, R. A study of the factors which influence digital transformation in Kibs companies. **Frontiers in Psychology**, v. 13, 2022.
- MARINO-ROMERO, J.; PALOS-SANCHEZ, P.; VELICIA-MARTIN, F. Improving KIBS performance using digital transformation: study based on the theory of resources and capabilities. **Journal of Service Theory and Practice**, v. 33, n. 2, p. 169–197, 2023.
- MARENGO, L.; STERLACCHINI, A. Intersectoral technology flows: methodological aspects and empirical applications. **Metroeconomica**, v. 41, n. 1, p. 19-39, 1990.
- MAS-VERDÚ, F.; WENSLEY, A.; ALBA, M.; ÁLVAREZ-COQUE, J. How much does KIBS contribute to the generation and diffusion of innovation? **Serv Bus**, 5, 195–212, 2011.
- MELICIANI, V.; SAVONA, M. The determinants of regional specialisation in business services: agglomeration economies, vertical linkages and innovation. **Journal of Economic Geography**, Volume 15, Issue 2, Pages 387–416, 2015. DOI: 10.1093/jeg/lbt038.
- MIGUEZ, T. **Evolução da Formação Bruta de Capital Fixo na Economia Brasileira 2000-2013: Uma Análise Multissetorial a partir das Matrizes de Absorção de Investimento (MAIs)**. 2016. 155 f. Tese de Doutorado - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- MILBRATZ, T.; GOMES, G.; CARMONA, L. Influence of learning and service innovation on performance: Evidences in Brazilian architectural KIBS. **Innovation & Management Review**, Vol. 17 No. 2, pp. 157-175, 2020. DOI: 10.1108/INMR-02-2019-0020
- MILES, I. **Innovation in Services**. Oxford University Press, 2005.

MILES, I. Knowledge-Intensive Services and Innovation. **The Handbook of Service Industries**. Edward Elgar Publishing, 2007.

MILES, I.; KASTRINOS, N.; BILDERBEEK, R.; HERTOOG, P.; FLANAGAN, K.; HUNTINK, W.; BOUMAN, M. Knowledge-intensive business services: users, carriers and sources of innovation. **European Innovation Monitoring System (EIMS) Reports**. European Commission, 1995.

MILES, I.; BELOUSOVA, O.; CHICHKANOV, D. Innovation Configurations in Knowledge-Intensive Business Services: Evidence from Russia. **Foresight and STI Governance**, v. 11, n. 3, p. 94-102, 2017.

MILES, I.; BELOUSOVA, V.; CHICHKANOV, N. Knowledge intensive business services: innovation and occupations. **Foresight**, Vol. 21 No. 3, pp. 377-408, 2019.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2009.

MIOZZO, M.; DESYLLAS, P.; LEE, H.; MILES, I. Innovation collaboration and appropriability by knowledge-intensive business services firms. **Research Policy**, v. 45, n. 7, p. 1337–1351, 2016.

MIOZZO, M.; SOETE, L. Internationalization of Services: A Technological Perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 67, n. 2, p. 159–185, 2001.

MOMIGLIANO, F.; SINISCALCO, D. Mutamenti nella struttura del sistema produttivo e integrazione fra industria e settore terziario. In: L. Pasinetti (Org.); **Mutamenti strutturali del sistema produttivo. Integrazione tra industria e settore terziario**. Bologna: Il Mulino, 1986.

MONTRESOR, S.; MARZETTI, G. Outsourcing and Structural Change: Shifting Firm and Sectoral Boundaries. **SSRN Electronic Journal**, 2006.

MONTRESOR, S.; MARZETTI, G. Applying social network analysis to input-output based innovation matrices: an illustrative application to six OECD technological systems for the middle 1990s. **Economic Systems Research**, vol. 21(2), p. 129-149, 2009. DOI: 10.1080/09535310902940228

MONTRESOR, S.; MARZETTI, G. Outsourcing and structural change. Application to a set of OECD countries. **International Review of Applied Economics**, v. 24, n. 6, p. 731–752, 2010. DOI: 10.1080/02692171.2010.512147.

MONTRESOR, S.; MARZETTI, G. The deindustrialisation/tertiarisation hypothesis reconsidered: a subsystem application to the OECD7. **Cambridge Journal of Economics**, v. 35, n. 2, p. 401–421, 2011.

MONTRESOR, S.; FUSILLO, F. MARZETTI, G. The Global Network of Embodied R&D Flows. **Discussion Paper Series in Regional Science & Economic Geography**, n. 05, 2021.

MORCEIRO, P. A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica. 2018. **Tese** (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MOWERY, C.; NELSON, R.; SAMPAT, N.; ZIEDONIS, A. The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh–Dole act of 1980. **Research Policy**, v. 30, n. 1, p. 99–119, 2001.

MOWERY, D.; ROSENBERG, N. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. **Research Policy**, v. 8, n. 2, p. 102–153, 1979.

MULLER, E.; DOLOREUX, D. What we should know about knowledge-intensive business services. **Technology in Society**, v. 31, n. 1, p. 64–72, 2009.

MULLER, E.; DOLOREUX, D. The key dimensions of knowledgeintensive business services (KIBS) analysis: a decade of evolution, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, **Working Papers Firms and Region**, No. U1, 2007.

MULLER, E.; ZENKER, A. Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems. **Research Policy**, v. 30, n. 9, p. 1501–1516, 2001.

NASSIF, A.; MORANDI, L.; ARAÚJO, E.; FEIJÓ, C. Economic development and stagnation in Brazil (1950–2011). **Structural Change and Economic Dynamics**, 53, 1–15, 2020. DOI: 10.1016/j.strueco.2020.01.005

NEELY, A. Exploring the financial consequences of the servitization of manufacturing. **Operations Management Research**, v. 1, n. 2, p. 103–118, 2008.

NEELY, A.; BENEDETTINI, O.; VISNJIC, I. The Servitization of Manufacturing: Further Evidence. **European Operations Management Association Conference**, 18th, Cambridge, 2011.

NELSON, R.; FREEMAN, C.; LUNDVALL, B.; PELIKAN, P. National Systems of innovation. In: G. Dosi; C. Freeman; R. Nelson; G. Silverberg; L. Soete (Orgs.); **Technical Change and Economic Theory**. Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant’Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy, p.309–398, 1988.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, n. 1, p. 36–76, 1977.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, 2005.

OLIVA, R.; KALLENBERG, R. Managing the transition from products to services. **International Journal of Service Industry Management**, v. 14, p. 160–172, 2003.

OLIVEIRA, V.; ROHENKOHL, B.; RAPINI, M.; TEIXEIRA, A. A contribuição das universidades para a inovação em serviços intensivos em conhecimento. In: **Anais 45 Encontro Nacional de Economia**, Natal, 2017.

PAIOLA, M.; BOLISANI, E.; SCARSO, E. Characterisation of knowledge-based networking strategies: Insights from the KIBS sector. **Int. J. of Networking and Virtual Organisations**, v. 13, p. 263–281, 2013.

- PAPACONSTANTINO, G.; SAKURAI, A. WYCKOFF. Embodied Technology Diffusion: an Empirical Analysis for 10 OECD Countries, **STI Working Paper**, Paris, OECD, 1996.
- PASLAUSKI, C. A.; ALENCASTRO, C. G. DE; AYALA, N. F.; et al. Services Extending Products: A Comparative Analysis in Emerging and Developed Countries. **Procedia CIRP**, v. 64, p. 127–132, 2017.
- PASSONI, P. Prezzi relativi e deflazione delle tabelle input-output: implicazioni per l'analisi strutturale. **Monetae Credito**, 75(299):307-325, 2022. DOI: 10.13133/2037-3651/.
- PASSONI, P.; FREITAS, F. Estimacão de Matrizes Insumo-Produto anuais para o Brasil no Sistema de Contas Nacionais Referência 2010. IE-UFRJ, **Discussion Paper**, TD 025, Rio de Janeiro, 2020.
- PASSONI, P.; FREITAS, F. Como deflacionar matrizes insumo-produto? Uma proposta de uma série deflacionada para o Brasil no SCN 2010. IE-UFRJ, **Discussion Paper**, TD 030, Rio de Janeiro, 2022.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343–373, 1984.
- PEREIRA, M.; BASTOS, S.; PEROBELLI, F. Análise sistmica do setor de serviços no Brasil para o ano de 2005. **Pesquisa e Planejamento Econômico - PPE**, v. 43, n. 1, p. 161–202, 2013.
- PEREZ, C. Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries. **World Development**, v. 13, n. 3, p. 441–463, 1985.
- PEREZ, C. **Technological Revolutions and Financial Capital**. Edward Elgar Publishing, 2002.
- PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, v. 34, n. 1, p. 185–202, 2009.
- PIANTA, M. Technology and Work: Key Stylized Facts for the Digital Age. In: Zimmermann, K (Org.); **Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics**. Springer International Publishing, p.1–17, 2020. DOI: 10.1007/978-3-319-57365-6_3-1.
- PINA, K.; TETHER, B. Towards understanding variety in knowledge intensive business services by distinguishing their knowledge bases. **Research Policy**, v. 45, n. 2, p. 401-413, 2016. DOI: 10.1016/j.respol.2015.10.005.
- PROPRIS, L.; STORAI, D. Servitizing industrial regions. **Regional Studies**, v. 53, n. 3, p. 388–397, 2019. DOI:1080/00343404.2018.1538553.
- RIBEIRO-NAVARRETE, S.; BOTELLA-CARRUBI, D.; PALACIOS-MARQUS, D.; ORERO-BLAT, M. The effect of digitalization on business performance: An applied study of KIBS. **Journal of Business Research**, v. 126, p. 319–326, 2021. SILVESTRI CÂNDIDO

ROCHA, C.; TATSCH, A.; CÁRIO, S. Mudança estrutural e seu impacto na produtividade: uma análise da ascensão do setor de serviços na economia brasileira. **Revista Economia Ensaios**, v. 33, 2019. DOI: 10.14393/REE-v33n0a2019-50413.

ROCKETT, K. Property Rights and Invention. In: **Handbook of the Economics of Innovation**, v.1. p.315–380, 2010.

RODRÍGUEZ, M. Knowledge-Intensive Business Services and R&D Diffusion: a Comparative Assessment of Some EU27 Countries. **Engineering Economics**. 24, 2013.

RODRÍGUEZ, M.; CAMACHO, J. Are KIBS more than intermediate inputs? An examination into their R&D diffuser role in Europe. **International Journal of Services Technology and Management**. 10, p. 254-272, 2008.

RODRÍGUEZ, A.; NIETO, M.; SANTAMARÍA, L. International collaboration and innovation in professional and technological knowledge-intensive services. **Industry and Innovation**, v. 25, n. 4, p. 408–431, 2018.

RODRIGUEZ, M.; DOLOREUX, D.; SHEARMUR, R. Innovation strategies, innovator types and openness: a study of KIBS firms in Spain. **Service Business**, v. 10, n. 3, p. 629–649, 2016. DOI: 10.1007/s11628-015-0286-x.

RODRIK, D. On Productivism. HKS **Working Paper** RWP No. 23-012, March, 2023.

RODRIK, D.; SABEL, C. Building a Good Jobs Economy. **SSRN Electronic Journal**, 2019. DOI: 10.2139/ssrn.3533430.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas, 2006.

RUBALCABA, L. Which policy for innovation in services? **Science and Public Policy**, v. 33, n. 10, p. 745–756, 2006. DOI: 10.3152/147154306781778524.

RUBALCABA, L.; GAGO, D. Innovation and ICT in service firms: Towards a multidimensional approach for impact assessment. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 17, p. 25–44, 2007.

RYU, J.; RHIM, H.; PARK, K.; KIM, H.-I. A framework for servitization of manufacturing companies. In: Vandana Mangal & Uday Karmarkar (ed.), **The UCLA Anderson Business and Information Technologies (BIT) Project**. Chapter 7,.145–163, 2012.

SANTOS, J. Knowledge-intensive business services and innovation performance in Brazil. **Innovation & Management Review**, Vol. 17 No. 1, pp. 58-74, 2020. DOI: 10.1108/INMR-03-2019-0025.

SAKURAI, N.; PAPACONSTANTINOU, G.; IOANNIDIS, E. Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Empirical Evidence for 10 OECD Countries. **Economic Systems Research**, 9, issue 1, p. 81-109, 1997.

SAVONA, M.; LORENTZ, A. Demand and Technology Determinants of Structural Change and Tertiarisation: An Input-Output Structural Decomposition Analysis for four OECD Countries. **LEM Papers Series**, Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy, 2005.

- SCHERER, F. M. Inter-Industry Technology Flows in the United States, *Research Policy*, v. 11, p. 227-245, 1982.
- SCHMOOKLER, J. **Invention and economic growth**. Harvard: Harvard University Press, 1966.
- SCHNABL, H. The evolution of production structures analysed by a multi-layer procedure. **Economic Systems Research**, v. 6, n. 1, p. 51-68, 1994.
- SCHÜTZ, M. Australia's regional innovation systems: inter-industry interaction in innovative activities in three Australian territories. **Economic Systems Research**, vol. 29(3), p. 357-384, 2017.
- SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.
- SCUOTTO, V.; SANTORO, G.; BRESCIANI, S.; DEL GIUDICE, M. Shifting intra- and inter-organizational innovation processes towards digital business: An empirical analysis of SMEs. **Creativity and Innovation Management**, v. 26, n. 3, p. 247–255, 2017.
- SHEARMUR, R.; DOLOREUX, D. Innovation and knowledge-intensive business service: the contribution of knowledge-intensive business service to innovation in manufacturing establishments. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 22, n. 8, p. 751–774, 2013.
- SHEARMUR, R.; DOLOREUX, D. KIBS as both innovators and knowledge intermediaries in the innovation process: Intermediation as a contingent role. **Papers in Regional Science**, Volume 98, Issue 1, Pages 191-210, 2019. DOI: 10.1111/pirs.12354.
- SHI, W.; WU, Y. Evolution of product-embodied R&D in China. **Structural Change and Economic Dynamics**, Elsevier, vol. 49(C), p. 324-333, 2019.
- SIKONEN, J.; PELLIKKA, J.; LITTUNEN, H. Knowledge networks in innovation among small KIBS firms. **International Journal of Innovation and Regional Development**, v. 3, n. 5, p. 515–534, 2011.
- SILVA, F. **Uma nova abordagem analítica para estudo da Indústria em sistemas fragmentados**. Tese (Doutorado em Economia): Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.
- SILVA, F. **Fluxo de tecnologia intersetorial e produtividade no Brasil**. 2018. 245 f. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.
- SMEDLUND, A.; TOIVONEN, M. The role of KIBS in the IC development of regional clusters. **Journal of Intellectual Capital**, v. 8, n. 1, p. 159–170, 2007.
- SMITH, T.; USHER, A. History of Mechanical Inventions. **Technology and Culture**, v. 2, n. 1, p. 34, 1961.
- SOUZA, K.; BASTOS, S.; PEROBELLI, F. Multiple trends of tertiarization: A comparative input–output analysis of the service sector expansion between Brazil and United States. **EconomiA**, v. 17, n. 2, p. 141-158, 2016. DOI: 10.1016/j.econ.2015.10.002.

- SPRAKEL, E.; MACHADO, A. Open Innovation Strategies and Appropriability in Knowledge-Intensive Business Services: Evidences and Implications in the Brazilian Context. **Brazilian Business Review**, v. 18, n. 1, p. 1-20, 2021. DOI: 10.15728/bbr.2021.18.1.4.
- STRASSMANN, W. Creative Destruction and Partial Obsolescence in American Economic Development. **The Journal of Economic History**, v. 19, n. 3, p. 335–349, 1959.
- SUNDBO, J. Innovation in the experience economy: A taxonomy of innovation organizations. **Service Industries Journal**, v. 29, n. 4, p. 431–455, 2009.
- SUNDBO, J.; GALLOUJ, F. Innovation as a loosely coupled system in services. **International Journal of Services Technology and Management**, v. 1, n. 1, p. 15–36, 2000.
- TAAALBI, J. Evolution and structure of technological systems - An innovation output network. **Research Policy**, Volume 49, Issue 8, 2020.
- TERLECKYJ, N. Direct and indirect effects of industrial research and development on productivity growth of industries. In: KENDRICK, J. W.; VACCARA, B. N. **New development in productivity measurement analysis**. Chicago: Chicago Un. Press, 1980.
- TOIVONEN, M. Future prospects of knowledge-intensive business services (KIBS) and implications to regional economies. **ICFAI Journal of Knowledge Management**, v. 4, p. 18–39, 2006.
- TSEKERIS, T. Network analysis of inter-sectoral relationships and key sectors in the Greek economy. **J Econ Interact Coord**, 12, 413–435, 2017. DOI: 10.1007/s11403-015-0171-7.
- TUOMINEN, T.; TOIVONEN, M. Studying innovation and change activities in kibs through the lens of innovative behaviour. **International Journal of Innovation Management**, v. 15, n. 02, p. 393–422, 2011. DOI: 10.1142/S1363919611003209.
- VANDERMERWE, S.; RADA, J. Servitization of business: Adding value by adding services. **European Management Journal**, v. 6, n. 4, p. 314–324, 1988.
- VAN MEETEREN, M.; TRINCADO-MUNOZ, F.; RUBIN, T.; VORLEY, T. Rethinking the digital transformation in knowledge-intensive services: A technology space analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 179, 2022.
- VENDRELL-HERRERO, F.; BUSTINZA, O.; PARRY, G.; GEORGANTZIS, N. Servitization, digitization and supply chain interdependency. **Industrial Marketing Management**, v. 60, p. 69–81, 2017.
- WANG, W.; LAI, K.; SHOU, Y. The impact of servitization on firm performance: a meta-analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 38, 2018.
- WANG, T.; XIAO, S.; YAN, J.; ZHANG, P. Regional and sectoral structures of the Chinese economy: A network perspective from multi-regional input–output tables. **Phys. A Stat. Mech.**; 581, 2021. DOI:10.1016/j.physa.2021.126196.
- WIIG, H.; ISAKSEN, A. Knowledge Intensive Business Services and Urban Industrial Development. **The Service Industries Journal**, v. 27, n. 3, p. 321–338, 2007.

WINTER, S. Appropriating the gains of innovation. In: G. DAY; P. SCHOEMAKER (Orgs.); **Wharton on managing emerging technologies**. p.242–265, 2000. New York : John Wiley & Sons.

WITT, U. What is specific about evolutionary economics? **Journal of Evolutionary Economics**, v. 18, n. 5, p. 547–575, 2008.

WORLD BANK. The middle-income trap. **World Development Report**. Washington, D.C.: World Bank, 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Digital Transformation initiative**. Geneva, 2017.

WYSZKOWSKA-KUNA, J. Knowledge-Intensive Business Services and the Innovativeness of Manufacturing Companies in the European Union. **The Polish Journal of Economics**, v. 290, n. 4, p. 99–120, 2017. DOI: 10.33119/GN/100749.

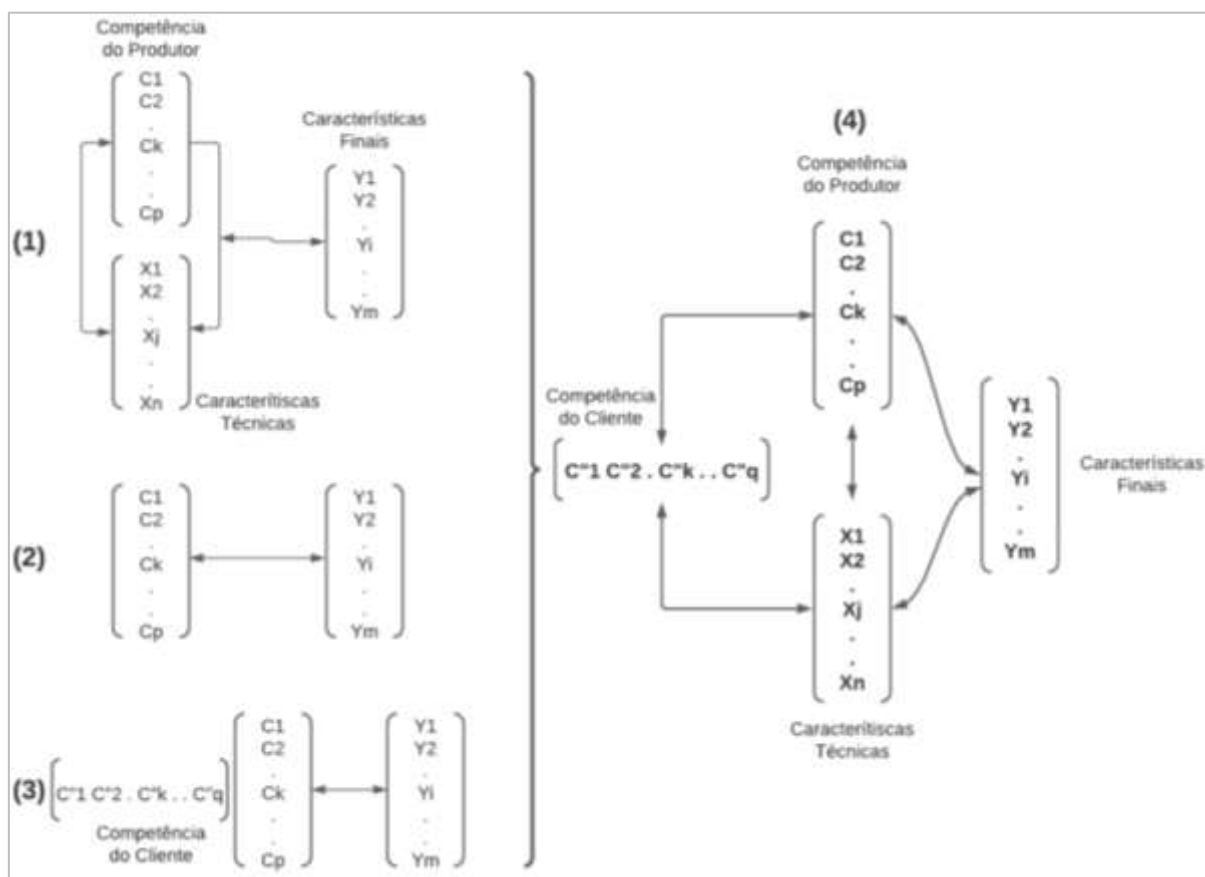
YAM, R.; LO, W.; TANG, E.; LAU, A. Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. **Research Policy**, v. 40, n. 3, p. 391–402, 2011.

ZIEBA, M. Knowledge-Intensive Business Services (Kibs) And Their Role In The Knowledge-Based Economy. **GUT FME Working Paper Series A**, 7, Faculty of Management and Economics, Gdansk University of Technology, 2013.

ZIEBA, M. Knowledge-Intensive Business Services. IN: **Understanding Knowledge-Intensive Business Services**. Knowledge Management and Organizational Learning, vol 10, Springer, Cham, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-75618-5_3.

APÊNDICE

Figura A - Representação da inovação como um sistema de características e competências



Fonte: Adaptado de Gallouj e Weinstein (1997). Nota: No primeiro diagrama (1), as interações do sistema de produção são formadas por um conjunto de características finais (Y), sendo que cada Y_i indica o 'nível' de uma característica são obtidas por uma determinada combinação de característica técnica (X_j) e, cada característica técnica mobiliza as competências C_k . No segundo diagrama (2), os autores adicionam outra possíveis forma de inovação, quando as competências podem ser mobilizados para obter diretamente um determinado conjunto de características finais e representa a inovação por meio de um serviço 'puro' e 'intangível'. No terceiro diagrama (3) são representados a inovação por meio da coprodução entre produtor e cliente por meio distinção entre dois tipos de competência: as competências relacionadas ao prestador do serviço (vetor da coluna C_k) e as competências relativas aos clientes (vetor da linha C''_k). Por fim, a combinação entre os três diagramas forma a representação geral mais significativa do processo de inovação em serviços (4), quando requer tanto a implementação direta de características 'técnicas' e a mobilização de competências do produtor e do cliente.

Quadro A - As cinco eras tecnológicas e seus paradigmas tecno-econômicos

Revoluções Tecnológicas	Fatores-chave	Indústrias novas ou redefinidas	Infraestrutura nova ou redefinida	Organização industrial e formas de competição
1. Revolução Industrial (1770-1840)	Mecanização / Energia Hidráulica	Têxtil e Metalmeccânica	Canais e hidrovias (rodas hidráulicas amplamente melhoradas)	Empreendedores individuais, concorrência entre pequenas empresas e capital local
2. Era das máquinas a vapor e Ferrovias (1840-1890)	Máquinas a vapor / Carvão	Motores a vapor, máquinas-ferramenta	Ferrovias (motor a vapor), serviços postais e grandes portos	Empresas pequenas, crescimento das sociedades anônimas e formação das cidades industriais e mercados nacionais
3. Era do aço, eletricidade e engenharia pesada (1890-1940)	Engenharia pesada e elétrica / Aço e energia distribuída	Química pesada e engenharia civil, indústria de equipamentos elétricos e navios de aço	Transporte mundial em navios, ferrovias transcontinentais, telégrafo Mundial, telefones Nacionais e redes elétricas	Oligopólios, economias de escala (verticalização), controles de eficiência e concentração bancária
4. Era do petróleo, automóveis e produção em massa (1940-1980)	Produção em massa (fordista) / Derivados de petróleo	Automóveis, petróleo e combustíveis, petroquímica (sintéticos), eletrodomésticos	Redes de rodovias, portos, aeroportos e dutos de óleo, eletricidade universal (industrial e doméstica) e telecomunicação	Multinacionais, Integração horizontal, padronização de produtos, departamentos hierárquicos e urbanização
5. Era das tecnologias de informação e comunicação (1980 - período atual)	Tecnologias de informação e comunicação / Micro eletrônica	Computadores, microeletrônicos, softwares, biotecnologia e serviços digitais	Redes de telecomunicações, canais digitais mundiais, internet e energias renováveis.	Segmentação de mercados, economias de escopo e especialização, redes internas e externas de inovação, globalização

Fonte: Elaboração própria com base em Freeman e Perez (1988) , Perez (2002) e Perez (2009).

Quadro B - Resumo dos fundamentos teóricos das três abordagens de inovação em serviços

Fundamentos Teóricos	Assimilação	Demarcação	Síntese
Tipo da Inovação	Tecnológica	Não-Tecnológica (Profissional, Organizacional e Institucional)	Múltiplas formas (Tecnológica e Não-tecnológica)
Orientação da Inovação	Orientada para Produtos	Orientada para Serviços	Integração entre produtos e serviços (orientada para o usuário)
Características da Inovação	- Inovação por meio da adoção de TICs - Modos tangíveis de Inovação	- Serviços como fonte de inovações não-tecnológicas - Modos intangíveis de Inovação	- Convergência entre serviços e manufaturados em inovações - Inovações tangíveis e intangíveis
Framework de Inovação	Incorpora a inovação em serviços na estrutura de análise tecnológica consolidada	Desenvolve uma estrutura particular para a análise das especificidades da inovação em serviços	Desenvolve uma estrutura conceitual comum para inovação em serviços e manufaturados baseada na interação entre agentes
Grau de Integração Produtiva	Alta	Baixa	Alta
Protagonismo Tecnológico dos Serviços	Baixa	Alta	Alta
Taxonomia Associada	Soete e Miozzo (1989, apud Miozzo; Soete, 2001).	Sundbo e Gallouj (2000); Sundbo (2009)	Castelacci (2008)

Fonte: Elaboração própria.

Quadro C - Taxonomia tecnológica de manufaturados e serviços em síntese por Castellacci

Categoria Setorial	Subcategorias	Atividades	Relação com o Paradigma Tecnológico	Regimes Tecnológicos	Trajetórias Tecnológicas
Provedores de conhecimento avançado	Serviços Intensivos em Conhecimento	Softwares; P&D; Engenharia; Consultoria; outros Serviços empresariais especializados	A base de conhecimento do paradigma das TICs (setores transmissores)	<u>Níveis de oportunidade</u> : muito alto; <u>Fontes externas</u> : usuários e universidades; <u>Apropriabilidade</u> : know-how, direitos autorais; <u>Tamanho dominante</u> : PME	<u>Tipo de inovação</u> : novos serviços, inovação organizacional; <u>Estratégia de inovação</u> : P&D, Treinamento, Cooperações
	Manufaturados Fornecedores Especializados	Maquinas e equipamentos; Instrumentos médicos, de precisão e ópticos	A base de conhecimento do paradigma Fordista (setores motrizes)	<u>Níveis de oportunidade</u> : alto; <u>Fontes externas</u> : usuários; <u>Apropriabilidade</u> : patentes, design, know-how; <u>Tamanho dominante</u> : PME	<u>Tipo de inovação</u> : novos produtos; <u>Estratégia de inovação</u> : P&D, aquisição de máquinas, compra de softwares
Bens de produção em massa	Manufaturados baseados na ciência	Produtos químicos; máquinas e aparelhos elétricos e de computador; equipamento de comunicação	Setores motrizes do paradigma das TICs	<u>Níveis de oportunidade</u> : alto; <u>Fontes externas</u> : universidades e usuários; <u>Apropriabilidade</u> : patentes; design; direitos autorais <u>Tamanho dominante</u> : grande	<u>Tipo de inovação</u> : novos produtos; inovação organizacional <u>Estratégia de inovação</u> : P&D; cooperações
	Manufaturados intensivos em escala	Borracha e plástico; mineral não-metálico; produtos de metal; automóveis; equipamentos de transporte	Setores transmissores do paradigma Fordista	<u>Níveis de oportunidade</u> : médio; <u>Fontes externas</u> : fornecedores e usuários; <u>Apropriabilidade</u> : design; sigilo de processos; <u>Tamanho dominante</u> : grande	<u>Tipo de inovação</u> : produtos e processos <u>Estratégia de inovação</u> : P&D; aquisição de máquinas

Categoria Setorial	Subcategorias	Atividades	Relação com o Paradigma Tecnológico	Regimes Tecnológicos	Trajetórias Tecnológicas
Serviços de Infraestrutura	Infraestrutura de redes	Correios e telecomunicações; serviços financeiros; seguros e fundos de pensões	Infraestrutura de suporte ao paradigma das TICs	<u>Níveis de oportunidade:</u> médio; <u>Fontes externas:</u> fornecedores e usuários <u>Apropriabilidade:</u> padrões; normas; design <u>Tamanho dominante:</u> grande	<u>Tipo de inovação:</u> processo, novos serviços e inovação organizacional <u>Estratégia de inovação:</u> P&D; aquisição de software; treinamento
	Infraestrutura Física	Comércio de atacado; transportes; atividades de apoio a transportes	Infraestrutura de suporte ao paradigma Fordista	<u>Níveis de oportunidade:</u> baixo; <u>Fontes externas:</u> fornecedores <u>Apropriabilidade:</u> padrões; normas; design <u>Tamanho dominante:</u> grande	<u>Tipo de inovação:</u> processo <u>Estratégia de inovação:</u> aquisição de máquinas e software
Bens e Serviços pessoais	Bens dominados pelo fornecedor	Alimentos e bebidas; têxteis; madeira; papel	Elevam a qualidade dos produtos e serviços finais, adquirindo e incorporando tecnologias relacionadas aos diferentes paradigmas	<u>Níveis de oportunidade:</u> médio; <u>Fontes externas:</u> fornecedores e usuários finais <u>Apropriabilidade:</u> marcas; design; know-how <u>Tamanho dominante:</u> PME	<u>Tipo de inovação:</u> processo <u>Estratégia de inovação:</u> aquisição de máquinas
	Serviços dominados pelo fornecedor	Venda, manutenção e reparação de automóveis; comércio varejista e reparação de bens de uso pessoal; hotéis e restaurantes		<u>Níveis de oportunidade:</u> baixo; <u>Fontes externas:</u> fornecedores <u>Apropriabilidade:</u> meios não técnicos <u>Tamanho dominante:</u> PME	<u>Tipo de inovação:</u> processo <u>Estratégia de inovação:</u> aquisição de maquinários; treinamento

Fonte: adaptado de Castellacci (2008).

Quadro D - Correspondência PINTEC, Taxonomia Castellacci e Intensidade Tecnológica

Divisão CNAE 2.0	Atividades da PINTEC - Classificação Nacional de Atividades Econômicas	Subgrupos da Taxonomia por Castellacci	Intensidade Tecnológica (OECD)
62	Atividades dos serviços de tecnologia da informação	Serviços Intensivos em Conhecimento	Média-alta
63	Atividades de prestação de serviços de informação		Média-alta
71	Serviços de arquitetura e engenharia; Testes e análises técnicas		Média-baixa
72	Pesquisa e desenvolvimento científico		Alta
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Manufaturados Fornecedores Especializados	Alta
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Manufaturados Baseados na Ciência	Alta
20	Fabricação de produtos químicos		Média-alta
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos		Média-alta
28	Fabricação de máquinas e equipamentos		Média-alta
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Manufaturados Intensivos em Escala	Média-alta
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte		Média-alta
22	Fabricação de artigos de borracha e plástico		Média
23	Fabricação de produtos de minerais não metálicos		Média
24	Metalurgia		Média
25	Fabricação de produtos de metal		Média-Baixa
58 e 59	Edição e gravação	Infraestrutura de redes	Média-Baixa
61	Telecomunicações		Média-Baixa
10	Fabricação de produtos alimentícios	Manufaturados Dominados pelo Fornecedor	Média-Baixa
11	Fabricação de bebidas		Média-Baixa
12	Fabricação de produtos do fumo		Média-Baixa
13	Fabricação de produtos têxteis		Média-Baixa
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios		Média-Baixa
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados		Média-Baixa
16	Fabricação de produtos de madeira		Média-Baixa
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel		Média-Baixa
18	Impressão e reprodução de gravações		Média-Baixa
5 a 9	Indústrias extrativas	Atividades ausentes em Castellacci	Média-baixa
19	Fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis		Média-baixa
32	Fabricação de outros produtos diversos ¹		Média
33	Manutenção, Reparação e Instalação de Máquinas e Equipamentos		Média
35	Eletricidade e Gás		Baixa
-	Ausentes na PINTEC ³	Infraestrutura Física ²	Baixa
-	Ausentes na PINTEC ³	Serviços Dominados pelo Fornecedor ⁴	Baixa

Fonte: Elaboração própria com base na IBGE (2013, 2016, 2020), Castellacci (2008) e Galindo-Rueda e Verger - OECD (2016). Notas: ¹ (32.5) Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico, odontológico e artigos ópticos é incluído nesse agregado - Manufaturados Fornecedores Especializados - Média-alta; ² Comércio atacado, Transporte e Atividades de apoio; ³ A PINTEC (2014; 2017) analisa apenas serviços selecionados; ⁴ Comércio varejo, Manutenção e reparação de veículos automóveis e bens domésticos e Hotéis e restaurantes.

Quadro E - Descrição das atividades, classificação dos setores e grupos setoriais utilizados no capítulo 3

Descrição das Atividades Nível 67	Classificação com 37 Setores	Grupos Setoriais
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita		
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Agropecuária ¹	Agropecuária
Produção florestal; pesca e aquicultura		
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos		
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio		
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Indústrias extrativas	Indústrias extrativas
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos		
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Fabricação de artigos de borracha e plástico	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	
Produção de ferro gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Metalurgia	
Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais		Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores		
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos	Fabricação de outros equipamentos de transporte	
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Fabricação de móveis	
Impressão e reprodução de gravações	Impressão e reprodução de gravações	
Refino de petróleo e coquerias	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	
Fabricação de biocombustíveis		
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Fabricação de produtos de metal	
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca		
Fabricação e refino de açúcar	Fabricação de produtos alimentícios	Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)
Outros produtos alimentares		
Fabricação de bebidas	Fabricação de bebidas	
Fabricação de produtos do fumo	Fabricação de produtos do fumo	
Fabricação de produtos têxteis	Fabricação de produtos têxteis	
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro	
Fabricação de produtos da madeira	Fabricação de produtos de madeira	
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	
Comércio por atacado e varejo		
Transporte terrestre		Serviços de Infraestrutura Física (SIF)
Transporte aquaviário	Serviços de Infraestrutura Física ¹	
Transporte aéreo		
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio		
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros		
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	Fabricação de produtos químicos	
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene		
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)
Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos	Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos	
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Fabricação de máquinas e equipamentos	

Continuação Quadro E		
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	Atividades dos serviços de tecnologia da informação + Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras ²	Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria	
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises + Pesquisa e desenvolvimento e análises técnicas ²	
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	
Edição e edição integrada à impressão	Edição e gravação ³	Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem		
Telecomunicações		
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar		
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Eletricidade e gás	Eletricidade e gás
Construção	Construção ¹	Construção
Água, esgoto e gestão de resíduos	Outras atividades de serviços ¹	Outros serviços
Alojamento		
Alimentação		
Atividades imobiliárias		
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual		
Outras atividades administrativas e serviços complementares		
Atividades de vigilância, segurança e investigação		
Administração pública, defesa e seguridade social	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais ¹	Adm. e Pessoais
Educação pública		
Educação privada		
Saúde pública		
Saúde privada		
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos		
Organizações associativas e outros serviços pessoais		
Serviços domésticos		

Nota: elaboração própria com base em IBGE (2016), PINTEC (2020) e Castellacci (2008). Notas: ¹Setores não avaliados pela PINTEC. ² Setores SIC desagregados e observados na PINTEC. ³Atividades SIR presentes na PINTEC.

Tabela A - Indicadores de Absorção de P&D para as 41 atividades (2017)

Grupos Setoriais	Atividades	P&D Transbordado	P&D Absorvido	P&D Absorvido		% P&D Absorvido	% P&D Absorvido Inter	Taxa de Absorção Inter
				Inter	Intra			
				A	B			
-	Agropecuária	0,0	409,2	409,2	0,0	-	-	100,0%
-	Indústrias extrativas	446,5	446,0	199,5	246,5	100%	44,7%	44,7%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	753,1	1287,4	655,5	631,9	171%	87,0%	50,9%
	Fabricação de bebidas	61,5	104,9	66,6	38,2	171%	108,4%	63,5%
	Fabricação de produtos do fumo	0,0	20,1	20,1	-	-	-	100,0%
	Fabricação de produtos têxteis	34,8	37,9	22,6	15,3	109%	65,0%	59,7%
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	60,7	103,8	49,7	54,2	171%	81,9%	47,8%
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	169,3	212,0	46,5	165,5	125%	27,5%	21,9%
	Fabricação de produtos de madeira	0,0	13,0	13,0	-	-	-	100,0%
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	200,9	160,3	59,5	100,8	80%	29,6%	37,1%
	Impressão e reprodução de gravações	11,6	0,49	0,34	0,15	4%	2,9%	70,0%
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	1313,3	763,5	162,1	601,4	58%	12,3%	21,2%
	Fabricação de produtos de metal	145,3	84,1	43,1	41,0	58%	29,7%	51,2%
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	60,9	45,2	32,9	12,3	74%	54,1%	72,8%
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	Fabricação de artigos de borracha e plástico	344,3	125,5	45,7	79,7	36%	13,3%	36,5%
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	277,9	45,3	14,6	30,8	16%	5,2%	32,1%
	Metalurgia	421,3	306,8	109,7	197,1	73%	26,0%	35,7%
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	1649,5	1752,2	341,1	1411,1	106%	20,7%	19,5%
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	1542,2	1451,3	45,0	1406,3	94%	2,9%	3,1%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	164,2	198,2	71,1	127,0	121%	43,3%	35,9%
	Fabricação de produtos químicos	1274,8	489,9	83,5	406,4	38%	6,6%	17,0%
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1000,8	810,6	61,8	748,8	81%	6,2%	7,6%
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	729,8	716,3	69,1	647,2	98%	9,5%	9,6%
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	464,7	358,7	74,4	284,3	77%	16,0%	20,8%
-	Fabricação de máquinas e equipamentos	559,4	595,9	149,4	446,5	107%	26,7%	25,1%
	Eletricidade e gás	249,9	219,8	113,1	106,7	88%	45,3%	51,5%
-	Construção civil	0,0	746,0	746,0	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	Comércio por atacado e varejo	0,0	565,1	565,1	-	-	-	100,0%
	Transporte terrestre	0,0	212,2	212,2	-	-	-	100,0%
	Transporte aquaviário	0,0	2,58	2,58	-	-	-	100,0%
	Transporte aéreo	0,0	21,9	21,9	-	-	-	100,0%
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0	67,0	67,0	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Edição e gravação e edição de música	25,1	15,5	9,88	5,59	62%	39,4%	63,9%
	Telecomunicações	287,6	248,5	57,9	190,5	86%	20,1%	23,3%
	Intermediação Financeira	0,0	158,1	158,1	0,0	-	-	100,0%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	1446,7	818,9	26,5	792,4	57%	1,8%	3,2%
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria	0,0	12,5	12,5	-	-	-	100,0%
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	3235,8	1643,6	12,6	1630,9	51%	0,4%	0,8%
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	0,0	5,84	5,84	-	-	-	100,0%
-	Outras atividades de serviços	0,0	360,1	360,1	0,0	-	-	100,0%
-	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	0,0	1295,6	1295,6	0,0	-	-	100,0%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela B - Indicadores de Transbordamento de P&D para as 41 atividades (2017)

Grupos Setoriais	Atividades	P&D	P&D	P&D Transbordado		% P&D Transbordado		Transbordamento
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Inter	Intra	Líquido
		A	B	C	A-C	C/A	A - C/A	A - B
-	Agropecuária	0,0	409,2	0,0	0,0	-	-	-409,2
-	Indústrias extrativas (IE)	446,5	446,0	200,0	246,5	45%	55,2%	0,5
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	753,1	1287,4	121,1	631,9	16%	83,9%	-534,3
	Fabricação de bebidas	61,5	104,9	23,2	38,2	38%	62,2%	-43,4
	Fabricação de produtos do fumo	0,0	20,1	-	-	-	-	-20,1
	Fabricação de produtos têxteis	34,8	37,9	19,5	15,3	56%	43,9%	-3,1
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	60,7	103,8	6,5	54,2	11%	89,3%	-43,2
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	169,3	212,0	3,8	165,5	2%	97,8%	-42,7
	Fabricação de produtos de madeira	0,0	13,0	-	-	-	-	-13,0
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	200,9	160,3	100,1	100,8	50%	50,2%	40,6
	Impressão e reprodução de gravações	11,6	0,5	11,4	0,1	99%	1,3%	11,1
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	1313,3	763,5	711,9	601,4	54%	45,8%	549,8
	Fabricação de produtos de metal	145,3	84,1	104,3	41,0	72%	28,2%	61,2
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	60,9	45,2	48,6	12,3	80%	20,2%	15,7
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	Fabricação de artigos de borracha e plástico	344,3	125,5	264,6	79,7	77%	23,2%	218,9
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	277,9	45,3	247,1	30,8	89%	11,1%	232,5
	Metalurgia	421,3	306,8	224,1	197,1	53%	46,8%	114,5
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	1649,5	1752,2	238,4	1411,1	14%	85,5%	-102,7
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	1542,2	1451,3	135,9	1406,3	9%	91,2%	90,9
	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	164,2	198,2	37,1	127,0	23%	77,4%	-34,0
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de produtos químicos	1274,8	489,9	868,4	406,4	68%	31,9%	784,9
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1000,8	810,6	252,0	748,8	25%	74,8%	190,2
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	729,8	716,3	82,7	647,2	11%	88,7%	13,6
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	464,7	358,7	180,5	284,3	39%	61,2%	106,0
	Fabricação de máquinas e equipamentos	559,4	595,9	113,0	446,5	20%	79,8%	-36,5
-	Eletricidade e gás	249,9	219,8	143,2	106,7	57%	42,7%	30,1
-	Construção civil	0,0	746,0	-	-	-	-	-746,0
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	Comércio por atacado e varejo	0,0	565,1	-	-	-	-	-565,1
	Transporte terrestre	0,0	212,2	-	-	-	-	-212,2
	Transporte aquaviário	0,0	2,6	-	-	-	-	-2,6
	Transporte aéreo	0,0	21,9	-	-	-	-	-21,9
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0	67,0	-	-	-	-	-67,0
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Edição e gravação e edição de música	25,1	15,5	19,5	5,6	78%	22,3%	9,6
	Telecomunicações	287,6	248,5	97,1	190,5	34%	66,3%	39,1
	Intermediação Financeira (SIR)	0,0	158,1	-	-	-	-	-158,1
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	1446,7	818,9	654,3	792,4	45%	54,8%	627,8
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria (P-SIC)	0,0	12,5	-	-	-	-	-12,5
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	3235,8	1643,6	1604,8	1630,9	50%	50,4%	1592,2
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (P-SIC)	0,0	5,8	-	-	-	-	-5,8
-	Outras atividades de serviços	0,0	360,1	-	-	-	-	-360,1
-	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	0,0	1295,6	-	-	-	-	-1295,6

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela C - Indicadores de Absorção de AI para as 41 atividades (2017)

Grupos Setoriais	Atividades	AI	AI	AI Absorvido		% AI	% AI	Taxa de
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Absorvido	Absorvido Inter	Absorção Inter
		A	B	C	B-C	B/A	C/A	C/B
-	Agropecuária	0,0	1115,3	1115,3	0,0	-	-	100,0%
-	Indústrias extrativas	844,6	922,4	456,2	466,2	109%	54,0%	49,5%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	4249,6	5299,1	1733,0	3566,1	125%	40,8%	32,7%
	Fabricação de bebidas	692,5	642,9	212,0	430,9	93%	30,6%	33,0%
	Fabricação de produtos do fumo	112,3	163,4	51,4	112,0	146%	45,8%	31,5%
	Fabricação de produtos têxteis	210,1	159,8	67,5	92,3	76%	32,2%	42,3%
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	419,9	560,1	185,1	374,9	133%	44,1%	33,1%
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	302,2	447,1	151,7	295,4	148%	50,2%	33,9%
	Fabricação de produtos de madeira	255,0	139,7	38,0	101,7	55%	14,9%	27,2%
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	846,4	584,6	159,9	424,7	69%	18,9%	27,3%
	Impressão e reprodução de gravações	140,4	2,93	1,15	1,78	0,02	0,8%	39,3%
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	2390,5	1502,8	408,1	1094,7	63%	17,1%	27,2%
	Fabricação de produtos de metal	963,9	380,4	108,3	272,2	39%	11,2%	28,5%
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	287,2	134,6	76,5	58,1	47%	26,6%	56,9%
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	Fabricação de artigos de borracha e plástico	1457,0	459,6	122,2	337,4	32%	8,4%	26,6%
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	762,4	122,7	38,3	84,4	16%	5,0%	31,2%
	Metalurgia	1009,8	743,8	271,2	472,6	74%	26,9%	36,5%
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	4095,0	4425,3	922,0	3503,3	108%	22,5%	20,8%
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	2221,5	2158,4	132,7	2025,7	97%	6,0%	6,1%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	745,4	828,3	251,4	576,9	111%	33,7%	30,4%
	Fabricação de produtos químicos	3904,5	1447,0	202,2	1244,8	37%	5,2%	14,0%
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1512,7	1271,8	140,1	1131,7	84%	9,3%	11,0%
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1898,9	1867,6	183,8	1683,8	98%	9,7%	9,8%
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	947,0	783,1	203,9	579,2	83%	21,5%	26,0%
-	Fabricação de máquinas e equipamentos	1245,2	1351,1	357,4	993,8	109%	28,7%	26,5%
	Eletricidade e gás	1181,7	724,8	220,3	504,5	61%	18,6%	30,4%
-	Construção civil	0,0	2001,9	2001,9	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	Comércio por atacado e varejo	0,0	1621,5	1621,5	-	-	-	100,0%
	Transporte terrestre	0,0	472,4	472,4	-	-	-	100,0%
	Transporte aquaviário	0,0	6,02	6,02	-	-	-	100,0%
	Transporte aéreo	0,0	49,4	49,4	-	-	-	100,0%
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0	113,6	113,6	-	-	-	100,0%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Edição e gravação e edição de música	115,6	55,8	30,1	25,7	48%	26,0%	53,9%
	Telecomunicações	5942,2	4072,7	135,8	3936,9	69%	2,3%	3,3%
	Intermediação Financeira	0,0	469,3	469,3	-	-	-	100,0%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	2453,6	1436,3	92,4	1343,9	-	-	6,4%
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria	0,0	42,5	42,5	-	-	-	100,0%
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	3510,8	1811,2	41,6	1769,6	-	-	2,3%
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	0,0	18,7	18,7	-	-	-	100,0%
-	Outras atividades de serviços	0,0	1276,0	1276,0	-	-	-	100,0%
-	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	0,0	3031,9	3031,9	-	-	-	100,0%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela D - Indicadores de Transbordamento de AI para as 41 atividades (2017)

Clusters	Indicadores de Transbordamento	P&D	P&D	P&D Transbordado		% P&D Transbordado		Transbordamento
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Inter	Intra	Líquido
		A	B	C	A-C	C/A	A - C/A	A - B
-	Agropecuária	0,0	1115,3	0,0	0,0	-	-	-1.115,3
-	Indústrias extrativas (IE)	844,6	922,4	378,4	466,2	44,8%	55,2%	-77,8
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	4249,6	5299,1	683,5	3566,1	16,1%	83,9%	-1049,5
	Fabricação de bebidas	692,5	642,9	261,7	430,9	37,8%	62,2%	49,6
	Fabricação de produtos do fumo	112,3	163,4	0,3	112,0	0,3%	99,7%	-51,1
	Fabricação de produtos têxteis	210,1	159,8	117,8	92,3	56,1%	43,9%	50,3
	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	419,9	560,1	44,9	374,9	10,7%	89,3%	-140,2
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	302,2	447,1	6,8	295,4	2,2%	97,8%	-145,0
	Fabricação de produtos de madeira	255,0	139,7	153,3	101,7	60,1%	39,9%	115,3
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	846,4	584,6	421,8	424,7	49,8%	50,2%	261,9
	Impressão e reprodução de gravações	140,4	2,9	138,6	1,8	98,7%	1,3%	137,5
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	2390,5	1502,8	1295,8	1094,7	54,2%	45,8%	887,8
	Fabricação de produtos de metal	963,9	380,4	691,8	272,2	71,8%	28,2%	583,5
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	287,2	134,6	229,1	58,1	79,8%	20,2%	152,6
	Fabricação de artigos de borracha e plástico	1457,0	459,6	1119,6	337,4	76,8%	23,2%	997,4
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	762,4	122,7	678,0	84,4	88,9%	11,1%	639,7
	Metalurgia	1009,8	743,8	537,3	472,6	53,2%	46,8%	266,1
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	4095,0	4425,3	591,8	3503,3	14,5%	85,5%	-330,2
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	2221,5	2158,4	195,8	2025,7	8,8%	91,2%	63,1
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	745,4	828,3	168,5	576,9	22,6%	77,4%	-82,9
	Fabricação de produtos químicos	3904,5	1447,0	2659,7	1244,8	68,1%	31,9%	2457,5
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1512,7	1271,8	380,9	1131,7	25,2%	74,8%	240,8
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1898,9	1867,6	215,1	1683,8	11,3%	88,7%	31,3
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	947,0	783,1	367,7	579,2	38,8%	61,2%	163,9
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	Fabricação de máquinas e equipamentos	1245,2	1351,1	251,5	993,8	20,2%	79,8%	-105,9
	Eletricidade e gás	1181,7	724,8	677,2	504,5	57,3%	42,7%	456,9
	Construção civil	0,0	2001,9	-	-	-	-	-2001,9
	Comércio por atacado e varejo	0,0	1621,5	-	-	-	-	-1621,5
	Transporte terrestre	0,0	472,4	-	-	-	-	-472,4
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Transporte aquaviário	0,0	6,0	-	-	-	-	-6,0
	Transporte aéreo	0,0	49,4	-	-	-	-	-49,4
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0	113,6	-	-	-	-	-113,6
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Edição e gravação e edição de música	115,6	55,8	89,8	25,7	77,7%	22,3%	59,8
	Telecomunicações	5942,2	4072,7	2005,4	3936,9	33,7%	66,3%	1869,5
	Intermediação Financeira (SIR)	0,0	469,3	-	-	-	-	-469,3
Outras atividades de serviços	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	2453,6	1436,3	1109,7	1343,9	45,2%	54,8%	1017,2
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria (P-SIC)	0,0	42,5	-	-	-	-	-42,5
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	3510,8	1811,2	1741,2	1769,6	49,6%	50,4%	1699,6
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (P-SIC)	0,0	18,7	-	-	-	-	-18,7
-	Outras atividades de serviços	0,0	1276,0	-	-	-	-	-1276,0
-	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	0,0	3031,9	-	-	-	-	-3031,9

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela E - Indicadores de Absorção de P&D e AI (milhões R\$) e variação (%) no período 2011, 2014 e 2017 - Atividades

Grupos Setoriais	Atividades	P&D Absorvido			Δ P&D		Atividade Inovativa Absorvida			Δ AI	
		2011	2014	2017	2014/2011	2017/2011	2011	2014	2017	2014/2011	2017/2011
-	Agropecuária	401,8	411,4	409,2	2,4%	1,8%	1.049,6	1075,8	1.115,3	2,5%	6,3%
-	Indústrias extrativas (IE)	402,6	384,3	446,0	-4,6%	10,8%	909,8	1027,1	922,4	12,9%	1,4%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	1.135,7	1.300,4	1.287,4	14,5%	13,4%	8.066,7	6744,6	5.299,1	-16,4%	-34,3%
	Fabricação de bebidas	138,4	102,8	104,9	-25,7%	-24,2%	991,8	1282,5	642,9	29,3%	-35,2%
	Fabricação de produtos do fumo	28,5	26,5	20,1	-6,9%	-29,3%	281,9	210,6	163,4	-25,3%	-42,0%
	Fabricação de produtos têxteis	79,1	51,7	37,9	-34,6%	-52,2%	403,7	369,2	159,8	-8,5%	-60,4%
	Fabricação de produtos do fumo	128,7	140,2	103,8	9,0%	-19,3%	841,8	903,4	560,1	7,3%	-33,5%
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	201,1	263,6	212,0	31,1%	5,4%	835,5	770,8	447,1	-7,7%	-46,5%
	Fabricação de produtos de madeira	27,5	22,5	13,0	-18,4%	-52,7%	194,3	177,0	139,7	-8,9%	-28,1%
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	150,1	158,3	160,3	5,5%	6,8%	595,8	598,6	584,6	0,5%	-1,9%
	Impressão e reprodução de gravações	1,8	3,9	0,5	115,7%	-72,7%	32,5	24,06	2,9	-26,1%	-91,0%
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	1.172,1	1.158,0	763,5	-1,2%	-34,9%	2.391,9	2303,7	1.502,8	-3,7%	-37,2%
	Fabricação de produtos de metal	149,3	102,4	84,1	-31,4%	-43,7%	831,7	654,9	380,4	-21,3%	-54,3%
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	22,8	31,8	45,2	39,7%	98,6%	140,2	181,1	134,6	29,2%	-4,0%
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE))	Fabricação de artigos de borracha e plástico	144,0	134,7	125,5	-6,5%	-12,9%	639,8	491,8	459,6	-23,1%	-28,2%
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	43,3	52,3	45,3	20,7%	4,7%	235,0	290,9	122,7	23,8%	-47,8%
	Metalurgia	265,3	238,6	306,8	-10,1%	15,6%	1.519,5	955,8	743,8	-37,1%	-51,1%
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	3.326,2	2.481,8	1.752,2	-25,4%	-47,3%	7.658,8	5968,9	4.425,3	-22,1%	-42,2%
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	634,7	909,2	1.451,3	43,2%	128,7%	1.539,8	4145,9	2.158,4	169,2%	40,2%
	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	172,5	266,8	198,2	54,7%	14,9%	1.159,8	1263,5	828,3	8,9%	-28,6%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de produtos químicos	774,5	631,2	489,9	-18,5%	-36,7%	1.685,5	1558,0	1.447,0	-7,6%	-14,1%
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	734,0	855,7	810,6	16,6%	10,4%	1.524,6	1642,3	1.271,8	7,7%	-16,6%
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	92,2	1.193,6	716,3	1194,0%	676,5%	292,6	2278,0	1.867,6	678,5%	538,3%
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	462,9	720,2	358,7	55,6%	-22,5%	1.383,4	1320,4	783,1	-4,6%	-43,4%
	Fabricação de máquinas e equipamentos	759,4	909,2	595,9	19,7%	-21,5%	2.385,9	2528,4	1.351,1	6,0%	-43,4%
-	Eletricidade e gás	231,4	307,0	219,8	32,7%	-5,0%	957,7	625,0	724,8	-34,7%	-24,3%
-	Construção civil	1.042,1	1.195,8	746,0	14,8%	-28,4%	3.925,6	4213,0	2.001,9	7,3%	-49,0%
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)	Comércio por atacado e varejo	581,1	688,0	565,1	18,4%	-2,7%	1.938,6	2431,3	1.621,5	25,4%	-16,4%
	Transporte terrestre	300,8	271,8	212,2	-9,6%	-29,4%	696,2	674,2	472,4	-3,2%	-32,2%
	Transporte aquaviário	2,3	2,3	2,6	-2,3%	10,1%	6,7	6,80	6,0	1,2%	-10,4%
	Transporte aéreo	20,2	22,3	21,9	10,2%	8,3%	54,9	57,2	49,4	4,1%	-10,1%
	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	60,8	88,5	67,0	45,7%	10,3%	137,5	158,4	113,6	15,2%	-17,4%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Edição e gravação e edição de música	23,8	24,4	15,5	2,5%	-34,9%	219,7	131,5	55,8	-40,1%	-74,6%
	Telecomunicações	643,8	328,5	248,5	-49,0%	-61,4%	3.137,1	7883,7	4.072,7	151,3%	29,8%
	Intermediação Financeira (SIR)	178,3	184,6	158,1	3,5%	-11,4%	677,7	946,6	469,3	39,7%	-30,8%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	448,3	836,7	818,9	86,6%	82,7%	1.171,8	1541,5	1.436,3	31,6%	22,6%
	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria (P-SIC)	9,9	14,7	12,5	47,9%	26,0%	39,7	70,7	42,5	78,2%	7,1%
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	798,9	791,4	1.643,6	-0,9%	105,7%	1.370,9	932,0	1.811,2	-32,0%	32,1%
	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas (P-SIC)	3,0	5,4	5,8	79,2%	92,3%	21,8	27,16	18,7	24,3%	-14,2%
-	Outras atividades de serviços	353,6	385,2	360,1	8,9%	1,8%	1.603,7	2099,2	1.276,0	30,9%	-20,4%
-	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais	1.137,4	1.354,2	1.295,6	19,1%	13,9%	3.691,7	4613,9	3.031,9	25,0%	-17,9%
TOTAL		17.284,2	19.051,9	16.931,9	10,2%	-2,0%	57.243,7	65.179,8	44.718,0	13,9%	-21,9%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

Tabela F - Indicadores de Transbordamento de P&D e AI (milhões R\$) e variação (%) no período 2011, 2014 e 2017 - Atividades

Grupos Setoriais	Indicadores de Transbordamento	P&D Transbordado			Δ P&D		Atividade Inovativa Transbordada			Δ AI	
		2011	2014	2017	2014/2011	2017/2011	2011	2014	2017	2014/2011	2017/2011
-	Indústrias extrativas (IE)	399,6	476,5	446,5	19,2%	11,7%	702,1	1.328,5	844,6	89,2%	20,3%
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	Fabricação de produtos alimentícios	437,6	604,9	753,1	38,2%	72,1%	7.140,0	5.530,6	4.249,6	-22,5%	-40,5%
	Fabricação de bebidas	114,9	48,7	61,5	-57,6%	-46,5%	1.164,0	1.760,3	692,5	51,2%	-40,5%
	Fabricação de produtos do fumo	0,0	0,0	0,0	-	-	200,8	135,3	112,3	-32,6%	-44,1%
	Fabricação de produtos têxteis	83,9	46,1	34,8	-45,0%	-58,6%	657,8	623,9	210,1	-5,2%	-68,1%
	Fabricação de produtos do fumo	55,4	82,3	60,7	48,6%	9,6%	549,1	639,4	419,9	16,4%	-23,5%
	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, de viagem e calçados	136,8	206,2	169,3	50,7%	23,7%	587,2	529,8	302,2	-9,8%	-48,5%
	Fabricação de produtos de madeira	52,3	37,5	0,0	-28,4%	-100,0%	534,2	495,4	255,0	-7,3%	-52,3%
	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	208,0	214,9	200,9	3,3%	-3,4%	994,9	1.006,0	846,4	1,1%	-14,9%
	Impressão e reprodução de gravações	9,3	43,6	11,6	368,6%	24,3%	841,6	431,9	140,4	-48,7%	-83,3%
	Fabricação de coque, derivados do petróleo e de biocombustíveis	2.208,9	2.077,1	1.313,3	-6,0%	-40,5%	4.150,7	3.499,9	2.390,5	-15,7%	-42,4%
	Fabricação de produtos de metal	252,4	160,6	145,3	-36,3%	-42,4%	1.680,1	1.664,7	963,9	-0,9%	-42,6%
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,0	0,0	60,9	-	-	353,2	416,5	287,2	17,9%	-18,7%
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	Fabricação de artigos de borracha e plástico	314,0	364,2	344,3	16,0%	9,7%	2.003,9	1.567,6	1.457,0	-21,8%	-27,3%
	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	129,3	230,1	277,9	78,0%	114,9%	1.167,8	1.830,3	762,4	56,7%	-34,7%
	Metalurgia	537,7	434,9	421,3	-19,1%	-21,7%	3.802,5	2.047,6	1.009,8	-46,2%	-73,4%
	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	3.087,0	2.270,3	1.649,5	-26,5%	-46,6%	6.138,0	5.038,2	4.095,0	-17,9%	-33,3%
	Fabricação de outros equipamentos de transporte	602,6	875,0	1.542,2	45,2%	155,9%	1.359,9	4.105,7	2.221,5	201,9%	63,4%
	Fabricação de móveis e outros produtos diversos	90,4	209,4	164,2	131,6%	81,5%	931,0	1.075,2	745,4	15,5%	-19,9%
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	Fabricação de produtos químicos	2.049,2	1.532,5	1.274,8	-25,2%	-37,8%	4.188,1	3.757,9	3.904,5	-10,3%	-6,8%
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	841,3	957,4	1.000,8	13,8%	19,0%	1.689,5	1.828,7	1.512,7	8,2%	-10,5%
	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0	1.212,4	729,8	-	-	0,0	2.190,3	1.898,9	-	-
	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	603,9	1.066,1	464,7	76,5%	-23,1%	1.656,7	1.786,3	947,0	7,8%	-42,8%
	Fabricação de máquinas e equipamentos	685,8	811,4	559,4	18,3%	-18,4%	1.986,2	2.242,5	1.245,2	12,9%	-37,3%
-	Elettricidade e gás	293,5	271,7	249,9	-7,4%	-14,8%	1.621,5	898,5	1.181,7	-44,6%	-27,1%
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	Edição e gravação e edição de música	28,7	29,9	25,1	4,1%	-12,6%	491,8	239,4	115,6	-51,3%	-76,5%
	Telecomunicações	953,9	392,1	287,6	-58,9%	-69,8%	4.732,2	12.909,0	5.942,2	172,8%	25,6%
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	Atividades de tecnologia da informação, dados, internet e outras	815,8	1.474,1	1.446,7	80,7%	77,3%	2.057,1	2.525,6	2.453,6	22,8%	19,3%
	Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises, P&D e serviços técnicos	2.291,9	2.921,9	3.235,8	27,5%	41,2%	3.862,0	3.074,8	3.510,8	-20,4%	-9,1%
TOTAL		17.284,2	19.051,9	16.931,9	10,2%	-2,0%	57.243,7	65.179,8	44.718,0	13,9%	-21,9%

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE (2018, 2020).

ANEXOS

Anexo I - Classificação de atividades da Matriz Insumo-Produto e correspondência com a CNAE 2.0 (nível 67)

Atividade	Descrição	CNAE 4 dígitos
0191	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0111+0112+0113+0114+0115+0116+0119+0121+0122+0131+0132+0133+0134+0135+0139+0141+0142+0161+0163
0192	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0151+0152+0153+0154+0155+0159+0162+0170
0280	Produção florestal; pesca e aquicultura	0210+0220+0230+0311+0312+0321+0322
0580	Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	0500+0810+0891+0892+0893+0899
0680	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	0600+0910+0990
0791	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamento e a aglomeração	0710
0792	Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	0721+0722+0723+0724+0725+0729
1091	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	1011+1012+1013+1020+1051+1052+1053
1092	Fabricação e refino de açúcar	1071+1072
1093	Outros produtos alimentares	1031+1032+1033+1041+1042+1043+1061+1062+1063+1064+1065+1066+1069+1081+1082+1091+1092+1093+1094+1095+1096+1099
1100	Fabricação de bebidas	1111+1112+1113+1121+1122
1200	Fabricação de produtos do fumo	1210+1220
1300	Fabricação de produtos têxteis	1311+1312+1313+1314+1321+1322+1323+1330+1340+1351+1352+1353+1354+1359
1400	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	1411+1412+1413+1414+1421+1422
1500	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	1510+1521+1529+1531+1532+1533+1539+1540
1600	Fabricação de produtos da madeira	1610+1621+1622+1623+1629
1700	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	1710+1721+1722+1731+1732+1733+1741+1742+1749
1800	Impressão e reprodução de gravações	1811+1812+1813+1821+1822+1830
1991	Refino de petróleo e coquerias	1910+1921+1922
1992	Fabricação de biocombustíveis	1931+1932
2091	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	2011+2012+2013+2014+2019+2021+2022+2029+2031+2032+2033+2040
2092	Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	2051+2052+2071+2072+2073+2091+2092+2093+2094+2099
2093	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	2061+2062+2063
2100	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	2110+2121+2122+2123
2200	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	2211+2212+2219+2221+2222+2223+2229
2300	Fabricação de produtos de minerais não metálicos	2311+2312+2319+2320+2330+2341+2342+2349+2391+2392+2399
2491	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	2411+2412+2421+2422+2423+2424+2431+2439
2492	Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais	2441+2442+2443+2449+2451+2452
2500	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	2511+2512+2513+2521+2522+2531+2532+2539+2541+2542+2543+2550+2591+2592+2593+2599
2600	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	2610+2621+2622+2631+2632+2640+2651+2652+2660+2670+2680
2700	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	2710+2721+2722+2731+2732+2733+2740+2751+2759+2790
2800	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	2811+2812+2813+2814+2815+2821+2822+2823+2824+2825+2829+2831+2832+2833+2840+2851+2852+2853+2854+2861+2862+2863+2864+2865+2866+2869
2991	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	2910+2920+2930
2992	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	2941+2942+2943+2944+2945+2949+2950
3000	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	3011+3012+3031+3032+3041+3042+3050+3091+3092+3099
3180	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	3101+3102+3103+3104+3211+3212+3220+3230+3240+3250+3291+3292+3299
3300	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	3311+3312+3313+3314+3315+3316+3317+3319+3321+3329

Anexo I - Classificação de atividades da Matriz Insumo-Produto e correspondência com a CNAE 2.0 (nível 67)

(continuação)

Atividade	Descrição	CNAE 4 dígitos
3500	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	3511+3512+3513+3514+3520+3530
3680	Água, esgoto e gestão de resíduos	3600+3701+3702+3811+3812+3821+3822+3831+3832+3839+3900
4180	Construção	4110+4120+4211+4212+4213+4221+4222+4223+4291+4292+4299+4311+4312+4313+4319+4321+4322+4329+4330+4391+4399
4580	Comércio por atacado e varejo	4511+4512+4520+4530+4541+4542+4543+4611+4612+4613+4614+4615+4616+4617+4618+4619+4621+4622+4623+4631+4632+4633+4634+4635+4636+4637+4639+4641+4642+4643+4644+4645+4646+4647+4649+4651+4652+4661+4662+4663+4664+4665+4669+4671+4672+4673+4674+4679+4681+4682+4683+4684+4685+4686+4687+4689+4691+4692+4693+4711+4712+4713+4721+4722+4723+4724+4729+4731+4732+4741+4742+4743+4744+4751+4752+4753+4754+4755+4756+4757+4759+4761+4762+4763+4771+4772+4773+4774+4781+4782+4783+4784+4785+4789+4790
4900	Transporte terrestre	4911+4912+4921+4922+4923+4924+4929+4930+4940+4950
5000	Transporte aquaviário	5011+5012+5021+5022+5030+5091+5099
5100	Transporte aéreo	5111+5112+5120+5130
5280	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	5211+5212+5221+5222+5223+5229+5231+5232+5239+5240+5250+
5500	Alojamento	5510+5590
5600	Alimentação	5611+5612+5620
5800	Edição e edição integrada à impressão	5811+5812+5813+5819+5821+5822+5823+5829
5980	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	5911+5912+5913+5914+5920+6010+6021+6022
6100	Telecomunicações	6110+6120+6130+6141+6142+6143+6190
6280	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	6201+6202+6203+6204+6209+6311+6319+6391+6399
6480	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	6410+6421+6422+6423+6424+6431+6432+6433+6434+6435+6436+6437+6438+6440+6450+6461+6462+6463+6470+6491+6492+6493+6499+6511+6512+6520+6530+6541+6542+6550+6611+6612+6613+6619+6621+6622+6629+6630
6800	Atividades imobiliárias	6810+6821+6822
6980	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	6911+6912+6920+7010+7020
7180	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	7111+7112+7119+7120+7210+7220
7380	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	7311+7312+7319+7320+7410+7420+7490+7500
7700	Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	7711+7719+7721+7722+7723+7729+7731+7732+7733+7739+7740
7880	Outras atividades administrativas e serviços complementares	7810+7820+7830+7911+7912+7990+8111+8112+8121+8122+8129+8130+8211+8219+8220+8230+8291+8292+8299
8000	Atividades de vigilância, segurança e investigação	8011+8012+8020+8030
8400	Administração pública, defesa e seguridade social	8411+8412+8413+8421+8422+8423+8424+8425+8430
8591	Educação pública	8511+8512+8513+8520+8531+8532+8533+8541+8542+8550+8591+
8592	Educação privada	8511+8512+8513+8520+8531+8532+8533+8541+8542+8550+8591+8592+8593+8599
8592	Educação privada	8511+8512+8513+8520+8531+8532+8533+8541+8542+8550+8591+8592+8593+8599
8691	Saúde pública	8610+8621+8622+8630+8640+8650+8660+8690+8711+8712+8720+8730
8692	Saúde privada	8692+8621+8622+8630+8640+8650+8660+8690+8711+8712+8720+8730+8800
9080	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	9001+9002+9003+9101+9102+9103+9200+9311+9312+9313+9319+9321+9329
9480	Organizações associativas e outros serviços pessoais	9411+9412+9420+9430+9491+9492+9493+9499+9511+9512+9521+9529+9601+9602+9603+9609
9700	Serviços domésticos	9700

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais (2018).