



VIII ENEI
Encontro Nacional de
Economia Industrial e
Inovação

POLÍTICA INDUSTRIAL E
ECONOMIA DO CONHECIMENTO:
NOVAS ESTRATÉGIAS DE
DESENVOLVIMENTO PARA O BRASIL

20 a 23 de Maio de 2024



Interdependência dos Serviços Intensivos em Conhecimento nos Subsistemas Tecnológicos de Países em Desenvolvimento: Aplicando Análise de Redes em Matrizes Insumo-Produto

Matheus Rissa Peroni Ribeiro¹
Rogério Gomes²

Resumo: O objetivo deste artigo é compreender a evolução da interdependência dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) com a estrutura produtiva de países em desenvolvimento selecionados (Brasil, China, Índia e México). Especificamente, por meio de medidas de densidade e centralidade, o estudo identifica as dinâmicas setoriais e intersetoriais das atividades SIC em um subsistema tecnológico. Para tanto, com base na metodologia de análise de redes, investiga-se as matrizes insumo-produto nacionais para o período 2000-2014, a partir da utilização da base de dados da WIOD (2016). Os resultados demonstram que os países analisados vivenciaram, com diferenças relevantes, adensamento produtivo dos SIC em suas estruturas produtivas. Na China, os SIC destacam-se por uma trajetória dinâmica, enquanto no Brasil e na Índia demonstram avanços significativos, porém com trajetórias distintas. No México, as evidências que essas atividades ainda não estão integradas à dinâmica produtiva. Além disso, o adensamento das atividades SIC desenvolvem-se em nível similar com setores de produção em massa e atividades relacionadas à economia do conhecimento, porém as diferentes trajetórias estão associadas à capacidade de transformação da estrutura produtiva em direção à setores intensivos em conhecimento.

Palavras-chave: Análise de Redes, Matriz Insumo-Produto, Serviços Intensivos em Conhecimento, Países em Desenvolvimento.

Código JEL: D57; L14; O14.

Área Temática: Dinâmicas industriais setoriais e dos sistemas de produção.

Interdependence of Knowledge Intensive Services in Developing Countries Technological Subsystems: Applying Network Analysis to Input-Output Matrices

Abstract: The main goal of this article is to comprehend the evolution of the interdependence of Knowledge-Intensive Services (KIBS) in developing countries productive structure (Brazil, China, India, and Mexico). Specifically, employing density and centrality measures, the study identifies the sectoral and intersectoral dynamics of KIBS activities within a technological subsystem. To this end, based on network analysis methodology, national input-output matrices for the period 2000-2014 are investigated using the WIOD database (2016). Findings reveal that the countries experienced, with significant differences, productive densification of KIBS within their productive structures. In China, KIBS stand out for a dynamic trajectory, while in Brazil and India shows significant advances, but with distinct trajectories. In Mexico, evidences suggests that these activities are not yet integrated into the productive dynamics. Moreover, the KIBS density develops similarly with mass production sectors and activities related to the knowledge economy,

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Email: matheus.peroni@unesp.br.

² Professor Associado do Departamento de Economia e Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Email: rogerio.gomes@unesp.br.

however, different trajectories are associated with the capacity to transform the productive structure towards knowledge-intensive sectors.

Keywords: Network Analysis, Input-Output Matrix, Knowledge Intensive Services, Developing Countries.

1. Introdução

Diante do amplo debate acerca do desenvolvimento econômico e da crescente percepção da importância do conhecimento, da informação e da tecnologia como ativos fundamentais para o aumento da produtividade e a criação de empregos de qualidade, autores com perspectiva desenvolvimentista advogam pela necessidade de uma reorientação das políticas públicas (Acemoglu, 2019; Rodrik; Sabel, 2019). Propõem uma redução do foco tradicional nos setores manufatureiros, os quais, argumentam, têm apresentado uma diminuição na criação de empregos e, em contrapartida, ocorra um redirecionamento para o desenvolvimento de serviços sofisticados (Rodrik, 2023). Além disso, teóricos evolucionários também destacam que o debate acadêmico concentrou-se demasiadamente na indústria manufatureira, necessitando avançar em investigações sobre as especificidades de setores de serviços, dada a sua crescente importância para as economias atuais (Dopfer; Nelson, 2018).

Somado à essas reflexões, destaca-se que o desenvolvimento dos serviços intensivos em conhecimento nas últimas décadas pode ser interpretado como um dos principais fatores para a transição de uma economia centrada na produção em massa para uma economia intensiva em conhecimento (Zięba, 2013). No contexto da transformação do paradigma produtivo, o interesse no desenvolvimento de bases tecnológicas dos serviços investivos em conhecimento se intensificaram nos países desenvolvidos e, posteriormente, se ampliaram para os países emergentes (Zięba, 2021). O termo Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) refere-se a atividades, empresas e setores de serviços que se caracterizam por empregos com capital humano qualificado e bem remunerado, por apresentarem forte interdependência com outros setores e possuírem relação estreita com tecnologias digitais, além disso destacam-se pela capacidade de criação, utilização e difusão de conhecimento e inovação (Miles; Belousova; Chichkanov, 2019).

Partindo da concepção da teoria evolucionária que destaca a importância da interdependência entre setores (Dosi, 2006) e fundamentado à metodologia insumo-produto nas quais as interdependências podem ser analisadas como subsistemas em matrizes de fluxos econômicos (Leontief, 1983), o presente trabalho investiga a mudança das estruturas produtivas das quatro maiores economias em desenvolvimento sob a perspectiva dos SIC integrada à um subsistema tecnológico. Entende-se por subsistema tecnológico indústrias caracterizadas por fortes interdependências setoriais e que estão intimamente relacionadas com processos de inovações, abordagem análoga as concepções de blocos de desenvolvimento (Dahmén, 1988), sistemas setoriais de inovação (Malerba, 2002) e sistemas tecnológicos (Leoncini; Montresor, 2003).

Nesses termos, essa pesquisa busca preencher uma lacuna na literatura ao fornecer a compreensão das inter-relações dos Serviços Intensivos em Conhecimento na estrutura produtiva de países em desenvolvimento e, conseqüentemente, identificar limites e avanços setoriais das suas capacidades produtivas. Desse contexto emerge o pressuposto básico. Considerando o aumento da presença dos Serviços Intensivos em Conhecimento nas principais economias globais, a hipótese inicial sugere que países em desenvolvimento também testemunharam um aumento na importância dos SIC em suas estruturas produtivas, especialmente em suas interações com setores associados ao 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 dos fluxos nacionais de insumo-produto de quatro países em desenvolvimento selecionados (Brasil, China, Índia e México) entre 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. Primeiro o trabalho propõe o cálculo de índices qualitativos para identificar os fluxos relevantes das inter-relações entre setores e *clusters* econômicos, com base em parâmetros exógenos e endógenos. Além disso, o trabalho também propõe a utilização de grafos para ilustrar o adensamento produtivo setorial e inter-setorial de maneira multidimensional, ou seja, em termos qualitativos, quantitativos e visuais.

A base de dados empregada é a World Input-Output Database (WIOD). 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). Essa estruturação permite uma análise abrangente e distinta dos diferentes aspectos da interdependência entre os setores econômicos.

Além desta introdução, o trabalho está estruturado em mais quatro seções. Na seção subsequente é apresentada o referencial teórico e empírico. Na terceira seção são apresentadas a metodologia para o cálculo dos índices e a elaboração dos grafos, a base de dados e o recorte analítico utilizado. Na quarta seção realiza-se a análise dos resultados e, por fim, são tecidas as considerações finais.

2. Literatura Teórica e Empírica

A compreensão do processo de desenvolvimento econômico perpassa pela análise das transformações estruturais da economia em um contexto de progressiva interdependência entre as diferentes atividades produtivas. Por esse ângulo, apesar do significativo crescimento da presença dos serviços nas economias nas últimas décadas, as capacidades e potenciais dos Serviços Intensivos em Conhecimento para contribuir com a dinâmica tecnológica e instigar mudanças estruturais têm sido em grande parte desconsideradas nas análises econômicas. Em vista disso, a presente seção tem como objetivo explorar o arcabouço teórico, fatos estilizados e as análises empíricas sobre a interdependência setorial, lançando luz sobre as capacidades tecnológicas dos SIC e suas interações com o ambiente econômico.

As correntes teóricas neoschumpeteriana e evolucionária avançaram na elucidação sobre a dinâmica evolutiva e interdependente da mudança econômica. Dentre diversas estratégias e mecanismos de mercado, Rosenberg (2006) destaca que a dinâmica produtiva é influenciada pelo processo de difusão tecnológica, rementado à processos de cumulatividade e complementariedade do conhecimento entre diferentes agentes econômicos. A cumulatividade se traduz na maior probabilidade de futuros avanços tecnológicos decorrentes da influência do conhecimento já adquirido. Por outro lado, a complementariedade deve ser analisada de forma sistêmica, contemplando um conjunto de tecnologias, dado 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” (Dosi, 2006, p. 385).

Posto isso, não apenas o progresso em um setor acarreta 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 (Rosenberg, 2006). Neste cenário, a análise das transformações nas estruturas produtivas, sob a perspectiva dos serviços, demanda a adoção de uma abordagem integracionista que considere as inter-relações setoriais dentro de sistemas de redes de produção, conforme proposto por Drejer (2004).

A abordagem integracionista parte do princípio de que as análises dos setores de serviços devem englobar as interações com a estrutura produtiva, ou seja, serviços como parte integrante, ativa e indispensável ao paradigma econômico. Devem ser consideradas formas tecnológicas e não tecnológicas de inovação, contemplando transformações de características e competências provocados por mecanismos de “evolução ou variação, desaparecimento ou aparecimento, associação ou dissociação (...), produto da atividade de P&D, design e inovação, ou (...) mecanismos naturais de aprendizagem” (Gallouj; Weinstein, 1997, p. 547).

Fundamentado pela abordagem de integração das inovações em serviços, Castellacci (2008) desenvolve uma taxonomia com base na visão de interdependência da economia que combine as mudanças tecnológicas setoriais de manufaturados e serviços dentro de uma mesma estrutura geral. Com base na análise de padrões setoriais de inovação de Pavitt (1984), o autor evidencia dois grandes *clusters* de diferentes paradigmas tecnológicos.³ O primeiro, formado por setores de manufaturados intensivos em escala, manufaturados dominados pelo fornecedor e serviços de infraestrutura física, representam atividades com regimes e trajetórias tecnológicas dinâmicas sob o paradigma de produção em massa. Estes

³ Na próxima seção são apresentados com mais detalhes os setores que compõe cada grupo setorial e seus respectivos *clusters*.

setores, com destaque para as indústrias automobilística, plástica e química, remontam à era fordista e demonstraram trajetórias altamente dinâmicas durante as décadas do pós-guerra (Freeman e Loucã, 2001).

O segundo *cluster*, “cuja base de conhecimento e atividades inovadoras estão próximas do conjunto emergente de tecnologias de uso geral baseadas nas TICs” (p. 990), são formados por indústrias baseadas na ciência, serviços intensivos em conhecimento e serviços de infraestrutura de redes. Estas atividades estão em melhor posição para explorar as vantagens das novas tecnologias e, conseqüentemente, apresenta maior potencial de crescimento. Dentro desse *cluster*, o autor destaca que o regime e as trajetórias tecnológicas dos SIC apresentaram níveis mais elevados de oportunidade e condições de cumulatividade, além de significativos esforços inovativos em P&D, inovação organizacional, aquisição de conhecimento externo, treinamento e cooperação (Castellacci, 2008).

Nesse contexto, autores buscaram compreender as especificidades dos Serviços Intensivos em Conhecimento, assim como os fenômenos associados a crescente interdependência dessas atividades com a estrutura produtiva. Em trabalho seminal, Miles et al. (1995) introduziu o termo *Knowledge Intensive Business Services* para se referir a atividades, empresas e setores de serviços que não são apenas consumidores de tecnologia, mas são capazes de desenvolver, prover e transmitir processos de conhecimento e inovação entre os agentes econômicos.

Os trabalhos empíricos inaugurais da literatura dedicada aos SIC, elencam quatro características centrais dessas atividades: i) o capital humano qualificado representa um dos principais ativos estratégicos, suas estruturas de emprego são bem remuneradas e fortemente orientadas para cientistas, engenheiros, especialistas e outros serviços técnicos profissionais e tecnológicos (Koch; Strotmann, 2006); ii) apresentam forte interação com o cliente no desenvolvimento da base de conhecimento das empresas (Hertog, 2000), e utilizam esse aspecto para criar serviços padronizados ou modularizados adaptados às necessidades individuais dos clientes (Consoli; Elche-Hortelano, 2010); iii) estão frequentemente relacionados a negócios e são predominantemente direcionados a outros setores, caracterizando uma demanda essencialmente intermediária em relação à demanda total (Miles, 2007); iv) são intimamente relacionadas com as tecnologias digitais (Corrocher; Cusmano; Morrison, 2009).

Atualmente, uma das principais questões que a literatura se debruça visa explorar características e capacidades inovadoras das atividades SIC. Em primeiro lugar, destacam a participação dos SIC nos processos de inovação de seus clientes, desempenhando o papel de otimizador e transmissor de inovações. Nessa perspectiva, as empresas SIC atuam como vetores de inovação, auxiliando na transferência de conhecimento existente entre ou dentro de organizações, setores e redes produtivas (Miles; Belousova; Chichkanov, 2019).

Além de facilitar e transmitir inovações, os SIC também desempenham papel fundamental como fonte de desenvolvimento da inovação (Zieba, 2021). Os primeiros trabalhos empíricos nessa direção identificaram seis tipos de inovação dos SIC: produto, processo, *delivery*, estratégia, gerencial e *marketing* (Amara; Landry; Doloreux, 2009). Os autores reforçam que há complementariedades fortes entre estes diferentes tipos de inovação, sendo que alguns podem ser pré-condições ou complementos necessários para outros. Com relação aos desafios no processo de inovação nessas atividades, o mais prevalente é a escassez de mão de obra qualificada, seguido por riscos financeiros, custos associados à inovação e disponibilidade de financiamento (Doloreux; Shearmur, 2010).

A literatura indica que tanto a P&D interna quanto as fontes externas de informação são associadas à propensão para inovar dos SIC. Entre as atividades internas, destacam-se no investimento em treinamento e capital humano e, com relação as fontes externas, acordos formais de cooperação com clientes e fornecedores possuem importância central na estratégia dos SIC inovadores (Doloreux; Shearmur; Rodriguez, 2018). Com relação aos mecanismos de apropriação, apesar das patentes serem consideradas menos relevantes, os mecanismos contratuais e as capacidades complementares são os métodos mais importantes dos SIC para capturar valor da inovação (Miozzo et al., 2016).

Além disso, outra perspectiva de análise envolvendo os Serviços Intensivos em Conhecimento são suas interações com o ambiente econômico. A capacidade dos SIC em gerar impactos positivos regionais foi empiricamente comprovada, observa-se notável concentração em regiões urbanizadas e grandes aglomerações de rápido crescimento e, em um segundo momento, efeitos de convergência dessas atividades para regiões não metropolitanas com expansão promissora (Deza; López, 2014; Meliciani; Savona, 2015)

Trabalhos empíricos também confirmam a crescente importância dos setores SIC para a globalização. 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. Apesar de serem subestimados, os SIC desempenham papel cada vez mais importante para estratégias de *upgrading* nas cadeias globais de valor (Bontadini et al., 2019).

Por fim, 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 à 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 (Paiola; Bolisani; Scarso, 2013).

Sobre esse último aspecto, a análise de redes revela-se uma ferramenta valiosa na compreensão da estrutura produtiva, proporcionando insights cruciais para compreender a mudança das relações econômicas. A precursora análise qualitativa de insumo-produto (qualitative input-output analysis – QIOA)), desenvolvida por Czayka (1972 apud Schnabl (1994)), deu início a uma extensa literatura que explorou em diversas dimensões a aplicação da análise de redes em matrizes insumo-produto.

A convergência dessas metodologias foi aprimorada e aplicada em diversas áreas, desde a análise de fluxos setoriais 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).

Entretanto, 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. As investigações de mudanças da estrutura produtiva de países em desenvolvimento por meio da análise de redes aplicados em matrizes insumo-produto, além de escassos, apresentam resultados generalistas e agregados sobre a dinâmica das interdependências setoriais dos serviços nos últimos anos.

Fornari, Gomes e Hiratuka (2016), ao analisar redes de fluxos intersetoriais de diversos países, 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. Com relação a 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.

Especificamente em relação à economia brasileira, Silva (2018) estimou fluxos tecnológicos setoriais e indica que o *spillover* dos serviços de informação e comunicação se restringiram a outros serviços, sem ligações relevantes com os setores industriais brasileiros (interregno 2008-2011). O trabalho de Abreu, Del-Vecchio e Grassi (2020), ao empregar dados de ocupações para o ano de 2016, concluem que atividades com alta centralidade na rede produtiva do Brasil tendem a ter uma diversificação de ocupações em serviços não sofisticados, enquanto atividades com baixa centralidade possuem relevância de serviços sofisticados.

Contreras (2019), por meio de medidas de centralidade da rede, identifica algumas atividades de serviços importantes para a economia mexicana no ano de 2012. Em síntese, serviços tradicionais de transporte e alimentação aparecem como centrais para as redes produtivas do país, porém atividades de contabilidade, gestão e tecnologia da informação figuram em menor medida como setores estratégicos. Por outro lado, a economia chinesa obteve sucesso na otimização e aprimoramento da estrutura interna de serviços. Conforme Jin et al. (2022), no período de 2002 e 2018, ocorreu na China mudanças de uma estrutura produtiva centrada em serviços tradicionais intensivos em mão-de-obra para a ampliação das interdependências dos serviços intensivos em conhecimento. Com relação a trabalhos direcionados a análises da estrutura econômica da Índia, apesar de Ghosh e Roy (1998) serem os precursores na aplicação

da metodologia para economias em desenvolvimento, não há estudos recentes para apreciações.

3. Metodologia e Base de dados

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.

Com base nos fluxos de valores monetários, representados pela matriz insumo-produto de consumo e produção intermediária de cada setor, a densidade de uma rede é calculada com base no número de setores/nós (n) e o número de ligações/arcos (m) entre os setores (k, j):

$$D = \frac{m(k,j)}{n(n-1)}, \quad 0 < D < 1 \quad (1)$$

Considerando que 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 à um subsistema tecnológico 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 subsistema tecnológico e vice-versa (GOYAL, 2007). Neste estudo, como já mencionado, pretende-se realizar o cálculo de índices qualitativos e quantitativos de um subsistema 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 a demanda do agregado/segmento em relação aos demais, e o índice de densidade para frente (IDF) utiliza o número de arcos 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 subsistema tecnológico, propõe-se construir um indicador de densidade setorial e intersetorial com base no subsistema tecnológico apresentado no quadro 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 (k, j): 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):

$$DT = \frac{m(MEC,j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIR,j)}{n(n-1)} + \frac{m(MIE,j)}{n(n-1)} + \frac{m(MDF,j)}{n(n-1)} + \frac{m(SIF,j)}{n(n-1)} \quad (2)$$

onde n = número de setores e $m(k, j)$ = número de ligações entre os setores k e j , como definido acima.

A segunda proposta possibilita analisar as interrelações/interdependências setoriais entre os agregados/segmentos e, assim, com base na somatória das densidades intersetoriais (DI) ‘parciais’ chega-se à densidade total. Assim sendo, este indicador também permite investigar como se comportou as relações entre as diversas atividades produtivas. Considerando o objeto principal de interesse, o trabalho pretende analisar a interação parcial entre os grupos de setores SIC com as demais atividades que formam o subsistema tecnológica de forma desagregada. Desse modo, com base na expressão a seguir obtemos a densidade intersetorial do grupo (DI) com os demais grupos de atividades:

$$DI(SIC) = \frac{m(SIC,SIC)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MEC)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,SIR)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MIE)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,MDF)}{n(n-1)} + \frac{m(SIC,SIF)}{n(n-1)} \quad (3)$$

Para o cálculo de densidade, na análise de redes, o número de fluxos relevantes é geralmente avaliado com base em um certo valor limite de corte (k), ou seja, $m > k$. Em outras palavras, as transformações das matrizes originais em matrizes binárias, compostas por 1s e 0s, são realizadas de acordo

com um teste lógico "maior que" em relação ao valor de "corte" k para capturar fluxos intermediários mais relevantes. No entanto, de acordo com Leoncini e Montresor (2000), a escolha de um valor limite exógeno, geralmente arbitrário, para k é uma das principais limitações deste indicador pois os resultados são sensíveis à escolha do valor de corte relevante.

Com o objetivo de superar tal restrição, 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 pode ser 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 pretende-se uma análise comparativa, entre dois pontos no tempo, de países com características e estruturas produtivas diferentes.

Portanto, visando superar a restrição de uma escolha arbitrária exógena dos fluxos relevantes, as metodologias propostas neste estudo também foram realizadas com base em um indicador endógeno. Logo, como referência para o corte endógeno dos fluxos relevantes, considera-se a média da distribuição dos fluxos das matrizes do ano 2000 para as diferentes matrizes dos países analisados. A média dos fluxos das matrizes no ano 2000 do Brasil, China, Índia e México são, respectivamente, de US\$232, US\$1001, US\$ 192 e US\$ 135 milhões. Já no indicador exógeno considera-se o valor de corte de US\$ 500 milhões para todos os países (preços de 2000). Desse modo, a identificação exógena e endógena dos fluxos relevantes, além de tornar mais robusta a análise, permite comparar a evolução das estruturas produtivas entre diferentes países e a distribuição interna entre setores de uma determinada economia no tempo.

Por fim, conforme terceira proposta, o método de análise em redes possibilita também uma investigação espacial de seus elementos e interações, de forma visual em 3 dimensões. As redes são formadas, como apresentado na figura 1a, por nós (letras que caracterizam os segmentos) e arestas (linhas 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 de fluxo (aqui representado por números), mais elevado é o número de ligações e 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).

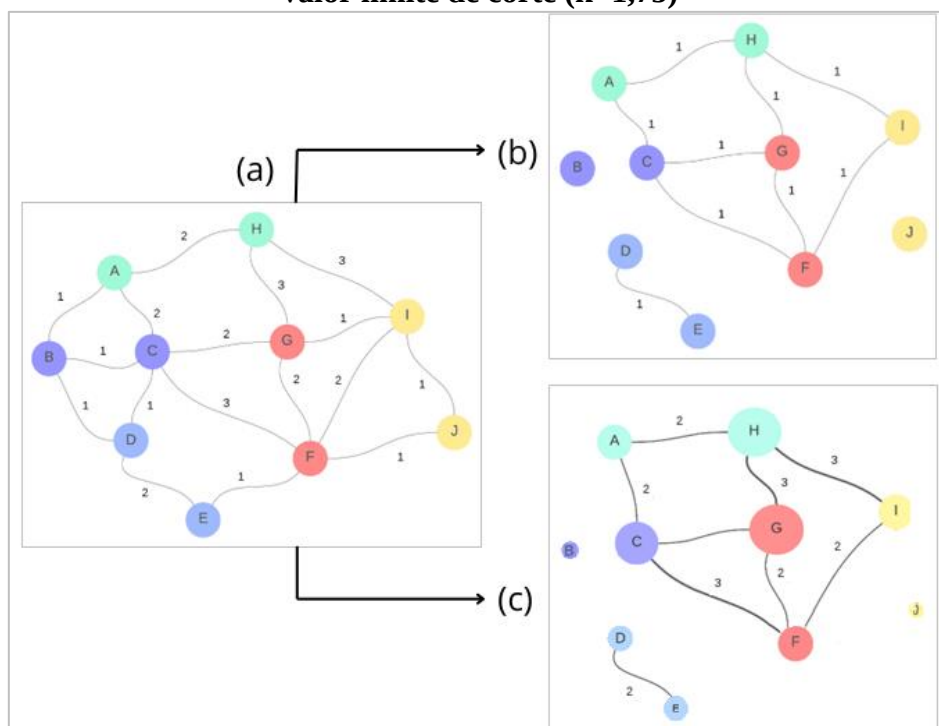
Conforme mencionado o número de ligações que envolvem um nó - no caso segmentos - pode ser calculado por meio de um valor de corte (k) para determinar fluxos relevantes. Como ilustra figura 1b, o procedimento realizado para um hipotético $k = 1,75$ indica os fluxos (iguais a 1) relevantes que são considerados para o cálculo das densidades. Assim sendo, de acordo com Miller e Blair (2009), tal procedimento trabalha com uma perspectiva qualitativa para a produção de índices setoriais e intersetoriais. Além disso, a análise espacial por meio de grafos, permite investigações quantitativas. Nessa perspectiva, é capaz de demonstrar a intensidade dos fluxos, como demonstra a figura 1c, ou seja, visualizar 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.

Por fim, os grafos permitem analisar o grau de centralidade (*degree centrality*) de um setor, ou seja, o nível com que cada indústria participa de fluxos relevantes de demanda (*input*) e oferta (*output*) para outros setores em uma estrutura produtiva. Nessa dimensão, o grau de centralidade de um nó é determinado com base no número e na intensidade de arestas que ele possui dentro de uma rede (Freeman, 1978). Por exemplo, conforme a figura 1c, o grau de centralidade pode ser demonstrado a partir do tamanho da circunferência do nó e, assim sendo, os nós C, G e H apresentam-se como atores relevantes na rede hipotética. No contexto do presente estudo, o grau de centralidade revela a proeminência de setores-chave em uma economia, ou seja, setores capazes de gerar ligações intersetoriais relevantes com uma ampla gama de outros setores.

Portanto, com base na ilustração de 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. Para essa metodologia, a identificação dos fluxos relevantes será realizada de maneira exógena, com valor de corte de US\$ 300 milhões para todos os países (preços de 2000) e atribuição crescente das intensidades. 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.

Figura 1 – Exemplos de redes em grafo geral (a), qualitativo (b) e quantitativo (c) com base em valor limite de corte ($k=1,75$)



Fonte: Elaboração própria.

Com relação a base de dados, a World Input-Output Database (WIOD) versão 2016 é utilizada para a mensuração das densidades e para realizar as análises de redes em grafos. A WIOD (2016) fornece as matrizes insumo-produto com fluxo nacionais e internacionais, além outros dados econômicos tradicionais (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 a análises sujeitas à grandes variações de preços ao longo do tempo em países com níveis consideráveis de inflação, característica dos países em desenvolvimento 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). As análises descritivas utilizam os preços do valor adicionado bruto para realizar a deflação do valor adicionado e, também, mantem como 2000 o ano base.

Conforme ilustra o Quadro 1, o subsistema tecnológico foi fundamentado pela perspectiva de paradigmas tecno-econômicos desenvolvidos por Freeman e Perez (1988) e as classificações baseadas na taxonomia de atividades econômicas acerca dos padrões setoriais de inovação de Castellacci (2008). Os códigos e descrições das diferentes atividades setoriais foram mantidas de acordo com a WIOD (2016). Desse modo, a análise abrange 36 atividades desagregadas pela WIOD (2016) em 6 agrupamentos setoriais divididos em dois paradigmas: *cluster* de setores que sustentaram o crescimento baseado na produção em massa durante o século XX e o *cluster* de indústrias cuja base de conhecimento e atividades inovadoras estão próximas do conjunto emergente de tecnologias da economia do conhecimento no século XXI.

Entretanto, na base de dados WIOD, há ausência de dados (valores zerados) em determinados segmentos dos setores SIR e SIC e, dessa maneira, não foram utilizados para o cálculo da densidade dos agrupamentos setoriais do Brasil (K65, K66, M73, M74_M75), China (J58, J59_J60, K66, M71, M73), Índia (J58, J59_J60, K66, M72, M73, M74_M75) e México (M71). Ademais, o segmento *'Repair and installation of machinery and equipment'*, que também apresenta ausência de dados em todos os países analisados, foi removido da análise. Por fim, 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 no recorte do subsistema tecnológico, pois são atividades que estão pouco envolvidas com processos de inovações.

Quadro 1 - Classificações das atividades econômicas presentes no subsistema tecnológico

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 Freeman e Perez (1988), Castellacci (2008) e WIOD (2016). Nota: Classificação ISIC Ver. 4..

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 km²), populações grandes (> 120 milhões) e PIB elevado (> US\$1,2 trilhão), conforme dados de 2022 (World Bank, 2023).

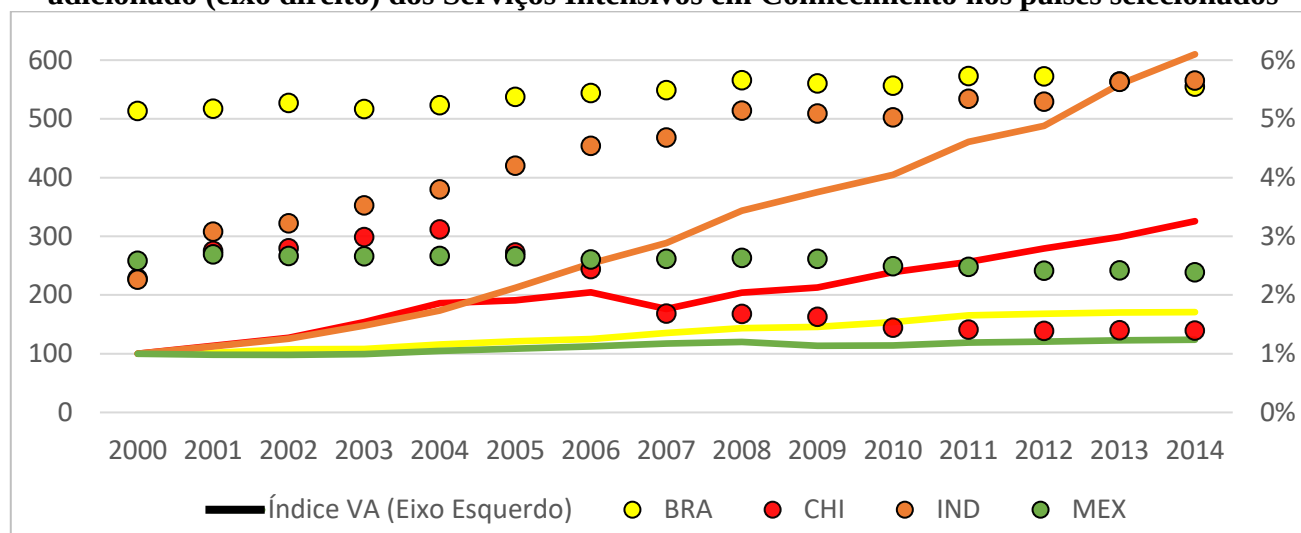
4. Análise dos Resultados

Preliminarmente, a variável clássica para avaliar a participação de atividades produtivas na estrutura econômica é o valor adicionado. O gráfico 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 adicionado dos SIC chineses cresceu mais de três vezes no período analisado, na Índia o valor adicionado de tais atividades se mantiveram quase estagnados (crescimento de 20% em 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?

Gráfico 1. Índice de crescimento do valor adicionado (eixo esquerdo) e participação do valor adicionado (eixo direito) dos Serviços Intensivos em Conhecimento nos países selecionados



Fonte: Elaboração própria com base na Socio Economic Accounts, WIOD (2016).

Para responder tal questão, realiza-se a avaliação da evolução das densidades setoriais. Na tabela 1 as densidades são calculadas considerando o valor de corte único (US\$ 500 milhões) e determinado de modo discricionário e exógeno, e na tabela 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 a 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 a 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 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 índices de densidade setorial endógeno para trás (tabela 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 subsistema tecnológico. 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 1 - Índices de densidade setorial exógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.) - países selecionados (2000 - 2014)

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).

Tabela 2 – Índices de densidade setorial endógeno para trás (IDT) e para frente (IDF), participação setorial (%) e variação no período (var.) – países selecionados (2000 – 2014)

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).

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).

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 subsistema tecnológico. Assim sendo, calcula-se a diferença entre as densidades dos SIC em relação a variação da média de todos grupos entre 2000 e 2014, conforme (4):

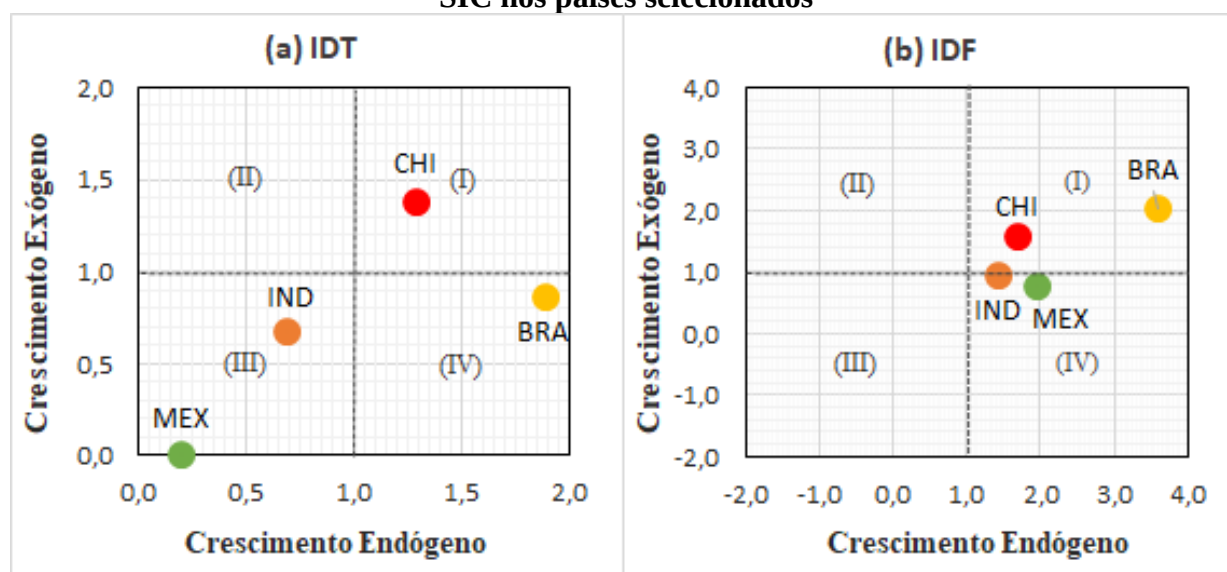
$$\varepsilon_{t_1/t_0} = \frac{\Delta x_{t_1/t_0}^{y,i}}{\mu(\Delta x_{t_1/t_0}^{y,i})}, \text{ sendo } \Delta x_{t_1/t_0}^{y,i} = \frac{x_{t_1}^{y,i} - x_{t_0}^{y,i}}{\gamma} \quad (4)$$

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. 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. 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 2, 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 subsistema tecnológico. Apesar disso, a trajetória a montante (IDF) demonstra ainda um padrão de evolução (Quadrante IV).

Figura 2 - 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 1 e 2.

Com relação aos resultados da Índia, apesar de apresentar resultados positivos nas tabelas 1 e 2, 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 subsistema tecnológico. 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.

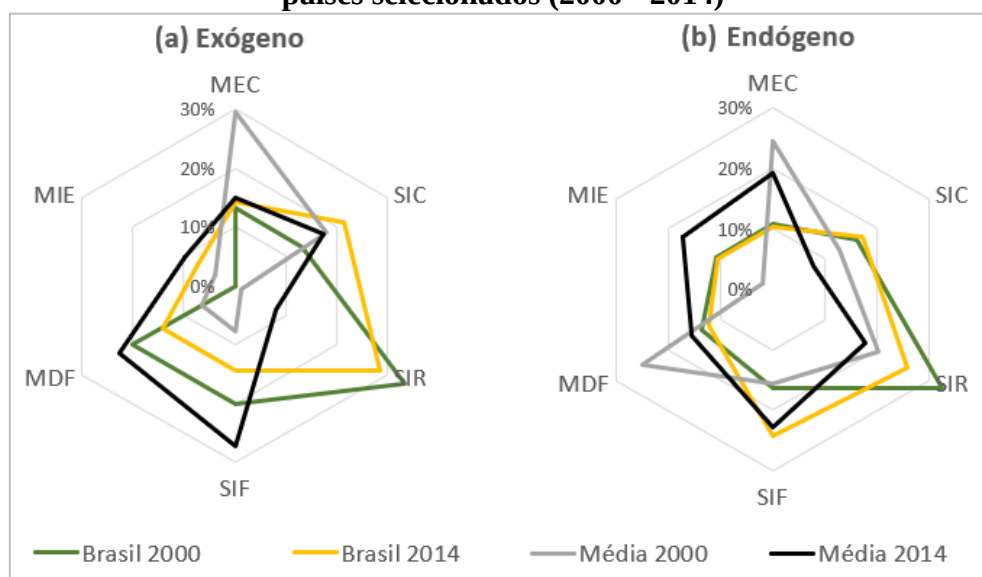
Além disso, apesar de demonstrar trajetórias estacionárias de crescimento em nível e em participação do valor adicionado das atividades dos SIC na economia brasileira, os SIC demonstram mudanças positivamente significativas na interdependência setorial com o restante das atividades contidas em seu subsistema tecnológico. 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 demonstrou 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. Nesse sentido, as tabelas 3 e 4 apresentam os resultados dos cálculos das densidades intersetoriais exógenas e endógena, 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 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.

De modo geral, pode-se observar que os SIC no Brasil e na China apresentam interdependência mais diversificadas de *clusters*. Enquanto no Brasil as relações intersetoriais dos SIC são mais intensas com outros serviços (SIC, SIR e SIF), na China estes serviços possuem fortes inter-relações com os manufaturados (MIE, MDF e MEC). Esses resultados corroboram 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 com setores de manufaturados demonstram estagnação. Paralelamente as afirmações de Silva (2018), pode-se inferir que as relações intersetoriais dos SIC ainda são restritos a outros serviços, sem demonstrar aumento de interdependência com os setores industriais brasileiros.

Com relação a Índia e o México, diante da participação incipiente dos SIC na estrutura produtiva no ano 2000, os resultados exógenos são pouco apreciativos. Porém pode-se observar que o crescimento das relações intersetoriais dos SIC na Índia foi mais diversificado em relação 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).

Gráfico 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 3 e 4.

Tabela 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 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%

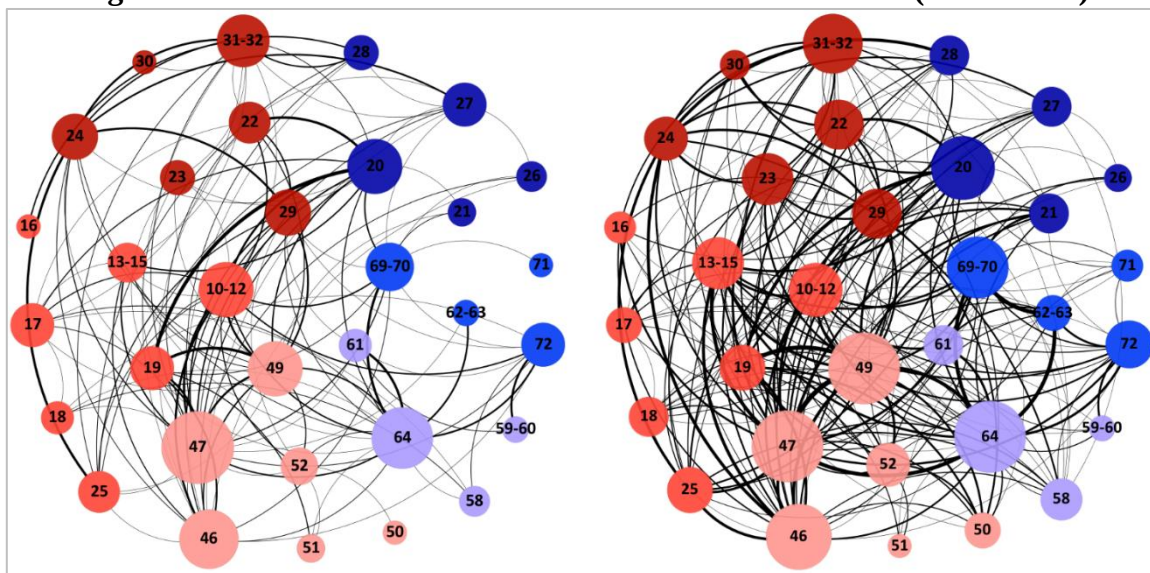
Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Por fim, a terceira proposta metodológica propõe realizar a análise de redes dos elementos e interações dentro dos subsistemas 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 $k \geq 300 = 1$; $k \geq 500 = 2$; $k \geq 750 = 3$; $k \geq 1000 = 4$; $k \geq 1500 = 5$; $k \geq 2000 = 6$), refletindo a magnitude das relações entre os setores - esta é representada pela espessura das arestas no grafo. A segunda análise quantitativa avalia o grau de centralidade de cada setor, indicando sua importância relativa no contexto das interdependências econômicas. Esta centralidade é representada pelo tamanho dos nós no gráfico, destacando os setores com maior densidade produtiva e, consequentemente, os protagonistas nos subsistemas tecnológicos.

A evolução do subsistema tecnológico do Brasil entre 2000 e 2014, ilustrado pelos grafos da figura 3, demonstra duas características conhecidas da estrutura produtiva brasileira: i) centralidade dos serviços de infraestrutura física (SIF), com destaque para os segmentos tradicionais do ‘Comércio Atacadista’ (46), ‘Varejista’ (47) e ‘Transporte Terrestre’ (49); ii) pouco avanço da densidade em direção às manufaturas especializadas e baseadas em ciências (MEC), apesar de ampliação da centralidade das indústrias ‘Química’ (20) e ‘Farmacêutica’ (21) no Brasil.

No contexto dessas duas observações, é possível verificar que o subsistema tecnológico brasileiro tornou-se mais denso na região do grafo formada por nós em tons vermelhos (figura 3), representado pelo *cluster* de atividades que formam o paradigma da produção em massa. Além do protagonismo dos serviços tradicionais citados, 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 subsistema tecnológico brasileiro.

Figura 3 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais do Brasil (2000 - 2014)



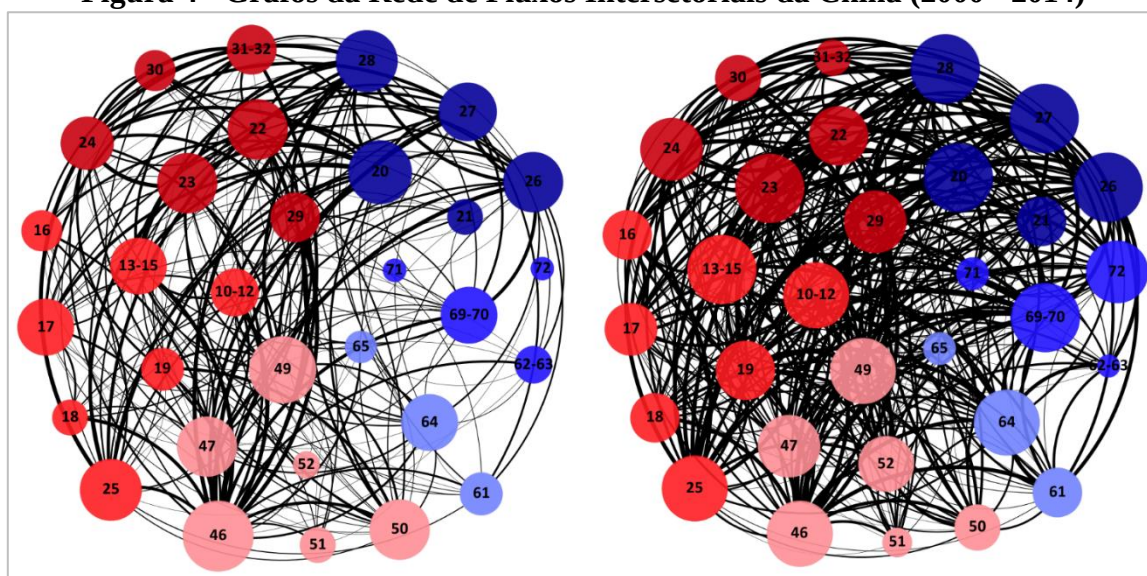
Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Por fim, com relação aos serviços que formam o *cluster* de atividades relacionadas a 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 a 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).

Os resultados da China, expostos na figura 4, 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 subsistema tecnológico. A evolução entre 2000 e 2014 demonstra 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 subsistema tecnológico chinês.

Figura 4 - Grafos da Rede de Fluxos Intersectoriais da China (2000 - 2014)



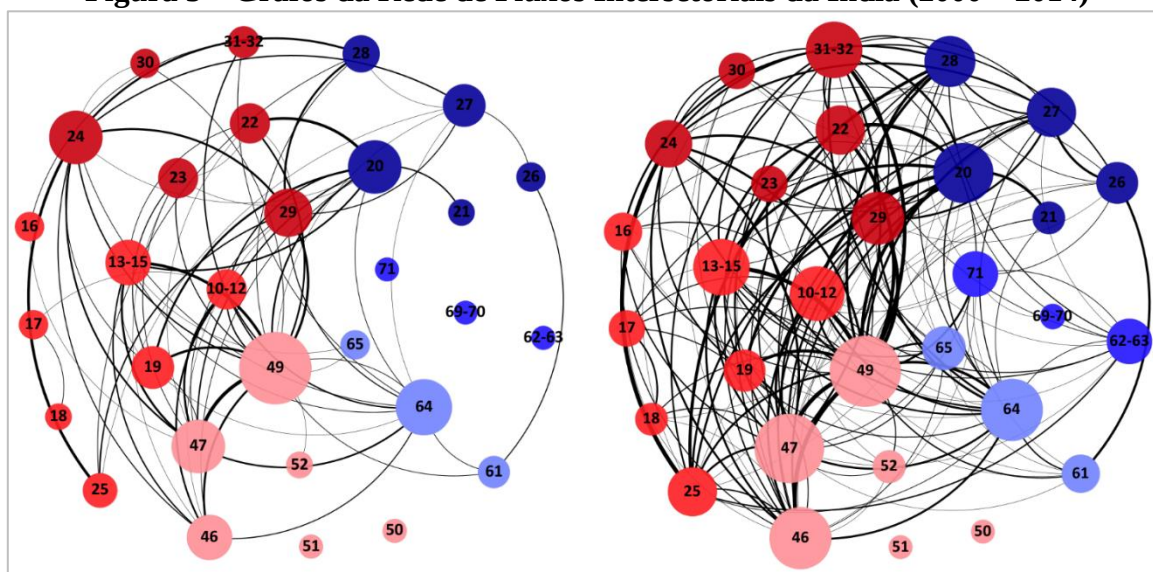
Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Com respeito às mudanças estruturais ocorridas entre 2000 e 2014 na Índia (figura 5), cabe destacar que o crescimento de fluxos intensos e relevantes são análogos ao do Brasil, apesar da direção ser divergente. 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 MEI 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 do século XX, 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 subsistema tecnológico indiano continua sendo a de menor adensamento produtivo.

Por último, a evolução do adensamento produtivo do México demonstrou os piores resultados entre os quatro países em desenvolvimento analisados. Conforme a evolução entre os grafos de 2000 e 2014, apresentados na figura 6, 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

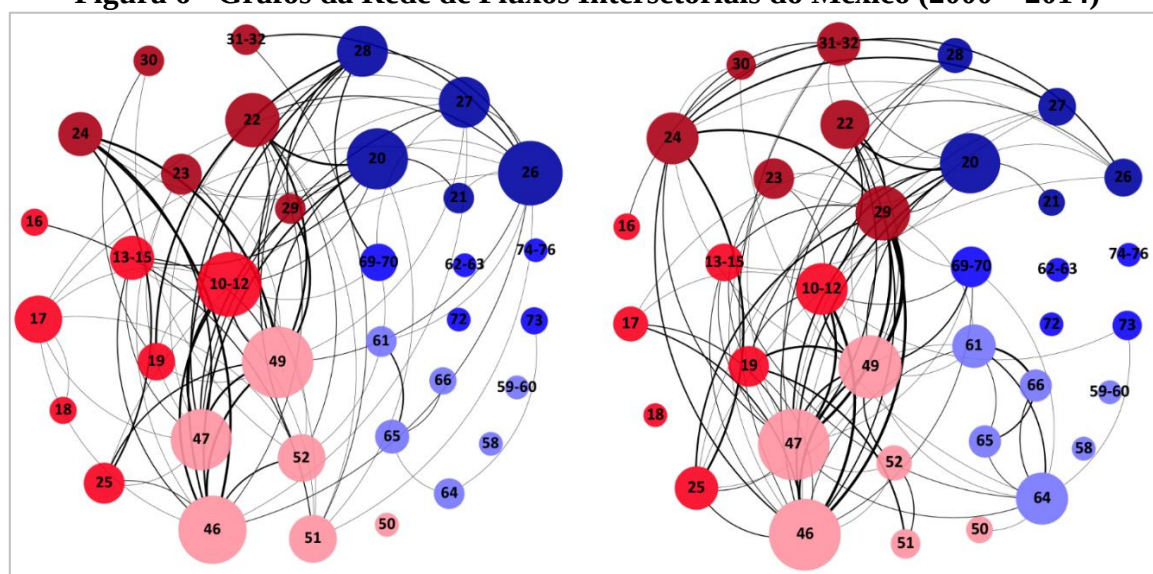
‘Móveis e outros manufaturados’ (31-32). Com relação aos SIF e aos SIC, apesar de ligeiro aumento da centralidade dos ‘Serviços financeiros’ (64), os grafos demonstram que essas atividades continuam apresentando densidades intersetoriais e centralidade incipientes na economia indiana.

Figura 5 – Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais da Índia (2000 – 2014)



Fonte: Elaboração própria com base na World Input-Output Tables, WIOD (2016).

Figura 6 - Grafos da Rede de Fluxos Intersetoriais 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 subsistema tecnológico 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 intersetoriais 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 inter-setoriais indicam que o adensamento desses serviços se concentrou principalmente na intensificação dos fluxos com

os serviços do subsistema tecnológico, em detrimento dos grupos manufatureiros analisados. Essas conclusões são claramente observáveis nos grafos estimados, especialmente na estagnação do adensamento produtivo 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.

5. Considerações Finais

O presente estudo realizou uma análise integrada da trajetória de interdependência dos Serviços intensivos em conhecimento com o subsistema tecnológico 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, bem como medidas de centralidade, aplicadas às matrizes insumo-produto nacionais desses países.

No geral, 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 suas trajetórias. 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 subsistema tecnológico. 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. Na China, devido a intensificação expressiva das relações entre SIC-SIC e SIC-SIR, observa-se maior adensamento produtivo com as atividades relacionadas à economia do conhecimento. Tanto na Índia quanto no México, o adensamento produtivo dos SIC ainda está restrito às interações com setores tradicionais de produção em massa. Os resultados indicam que o adensamento das atividades de SIC desenvolvem-se em nível similar com as atividades dos dois paradigmas produtivos e as diferentes trajetórias estão associadas à eminência da mudança estrutural em direção à economia do conhecimento.

Este trabalho 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 inter-setoriais dentro do subsistema tecnológico. Além disso, o artigo 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 artigo 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.

Referências Bibliográficas

ABREU, M., DEL-VECCHIO, R., GRASSI, R. Analysis of productive structure applying network theory: The Brazilian case. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 53, Pages 281-291, 2020. DOI:10.1016/j.strueco.2020.03.005.

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.
- 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.
- 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.
- 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: 0.1016/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.-H. Patent Technology Network Analysis of Machine-Learning Technologies and Applications in Optical Communications. **Photonics**, 7, 131, 2020. DOI: 10.3390/photonics7040131.
- CONSOLI, D., ELCHE-HORTELANO, D. Variety in the knowledge base of Knowledge Intensive Business Services. **Research Policy**, Volume 39, Issue 10, Pages 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.
- CORROCHER, N., CUSMANO, L., MORRISON, A. Modes of innovation in knowledge-intensive business services evidence from Lombardy. **J Evol Econ** 19, 173–196, 2009. DOI: 10.1007/s00191-008-0128-2.
- DAHMEÉN, E. 'Development blocks' in industrial economics. **Scandinavian Economic History Review**, v. 36, n. 1, p. 3-14, 1988.
- DEZA, X. V.; LÓPEZ, M. G. Regional Concentration of Knowledge-Intensive Business Services in Europe. **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 32, n. 6, p. 1036–1058, 2014.
- 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**, 24(6), 2255-2276, 2018. DOI: 10.3846/tede.2018.5694.
- 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 ed. Campinas: [s. n.], 2006.
- DREJER, I. Identifying innovation in surveys of services: a Schumpeterian perspective. **Research Policy**, v. 33, n. 3, p. 551–562, 2004. DOI: 10.1016/j.respol.2003.07.004.
- 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.
- 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.

- 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.
- FREEMAN, L. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, Volume 1, Issue 3, p. 215-239, 1978. DOI: 10.1016/0378-8733(78)90021-7.
- FREEMAN; PEREZ. Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour. In: Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. (org.). **Technical change and economic theory**. London and New York: Pinter Publishers, 1988.
- FREEMAN, C; LOUÇÃ, F. **As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution**. Oxford University Press, 2001.
- GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. Innovation in services. **Research Policy**, v. 26, n. 4–5, p. 537–556, 1997.
- 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
- GOYAL, S. **Connections: An Introduction to the Economics of Networks**. Princeton University Press, 2007.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, p. 247-264, 2002.
- 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.
- MILES, I.; KASTRINOS, N.; BILDERBEEK, R.; BOUMAN, M. **Knowledge-intensive business services: Users, Carriers and Sources of Innovation**. 1995.
- MILES, I.; BELOUSOVA, V.; CHICHKANOV, N. Knowledge intensive business services: innovation and occupations. **Foresight**, Vol. 21 No. 3, pp. 377-408, 2019. DOI: 10.1108/FS-11-2018-0091.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2009. DOI: 10.1017/CBO9780511626982.
- MIOZZO, M., DESYLLAS, P., LEE, H., MILES, I. Innovation collaboration and appropriability by knowledge-intensive business services firms. **Research Policy**, v. 45 (7), p. 1337-1351, 2016. DOI: 10.1016/j.respol.2016.03.018.
- 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.

PAIOLA, M.; BOLISANI, E.; SCARSO, E. Characterisation of knowledge-based networking strategies: insights from the KIBS sector. **International Journal of Networking and Virtual Organisations**, 13, issue 3, p. 263-281, 2013.

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/.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, Volume 13, Issue 6, P. 343-373, 1984. DOI: 10.1016/0048-7333(84)90018-0.

RODRIK, D., SABEL, C. Building a Good Jobs Economy. **SSRN Electronic Journal**, 2019. DOI: 10.2139/ssrn.3533430.

RODRIK, D. On Productivism. HKS **Working Paper** No. RWP23-012, March, 2023. DOI 10.2139/ssrn.4404241.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: [s. n.], 2006.

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.

SILVA, F. **Fluxo de tecnologia intersetorial e produtividade no Brasil**. 2018. 245 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

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.

WANG, T., XIAO, S., YAN, J., AND 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.

WIOD. **World Input-Output Database 2016 Release, 2000-2014**. 2016. DOI: 10.34894/PJ2M1C.

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.