

ENEI2025 fortaleza IX ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL

"Financiamento e Desenvolvimento Brasileiro:
oportunidades e desafios"



Realização:  Banco do Nordeste  ABEIN Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação

Serviços Intensivos em Conhecimento e a Interdependência Tecnológica no Brasil

Matheus Rissa Peroni Ribeiro¹

Rogério Gomes²

Resumo: O objetivo deste artigo é investigar empiricamente a interdependência tecnológica dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) com a estrutura produtiva brasileira. Para tanto, são estimadas matrizes de fluxos setoriais de inovação para os triênios 2011, 2014 e 2017, por meio da integração de dados de inovação com matrizes insumo-produto. Também são desenvolvidos indicadores de transbordamento e absorção de inovação, índices de encadeamento tecnológico, assim como se aplica o Método de Extração Hipotética baseado no modelo insumo-produto. Os resultados demonstram que os SIC atuam como geradores de transbordamentos tecnológicos na estrutura produtiva brasileira, embora apresentem limitações na absorção de P&D de outros setores. Além disso, sua relevância para o sistema de inovação brasileiro tem se ampliado, aproximando-se das manufaturas intensivas em tecnologia. No entanto, os efeitos dos transbordamentos dos SIC sobre os setores manufatureiros, embora relevantes em termos nominais, concentram-se proporcionalmente nos serviços. Por fim, destaca-se a influência dos fluxos de inovação dos SIC sobre as atividades de 'Administração pública e outros serviços sociais', o que sugere a importância das compras governamentais como indutoras de inovação e o papel dos SIC na modernização e digitalização dos serviços públicos no Brasil.

Palavras-chave: Fluxos Tecnológicos, Análise Insumo-Produto, Serviços Intensivos em Conhecimento.

Código JEL: C67; L8; O14.

Área Temática: Sistemas de inovação – nacional, regional, setorial, tecnológico

Knowledge-Intensive Business Services and Technological Interdependence in Brazil

Abstract: The main go of this article is to investigate empirically the technological interdependence of Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) with the Brazilian productive structure. For this purpose, sectoral innovation flows matrices are estimated over 2011, 2014 and 2017 years, integrating innovative data with input-output matrices. Additionally, innovation spillover and absorption indicators, along with technological linkage indices, are constructed, and the Hypothetical Extraction Method is applied using the input-output model. Findings reveals that KIBS act as generators of technological spillovers within the Brazilian productive structure, although they exhibit limitations in absorbing R&D from other sectors. Furthermore, their relevance to the Brazilian innovation system has increased, approaching that of technology-intensive manufacturing. However, while the spillover effects of KIBS on manufacturing sectors are significant in nominal terms, they are proportionally more concentrated in services. Moreover, the influence of KIS innovation flows on 'Public administration and other social services' activities stands out, suggesting the importance of government procurement as a driver of innovation and the role of KIBS in modernizing and digital transformation of public services in Brazil.

Keywords: Technological Flows, Input-Output Analysis, Knowledge-Intensive Business Services.

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP). Email: matheus.peroni@unesp.br.

² Universidade Estadual Paulista (UNESP). Email: rogerio.gomes@unesp.br.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão do processo de desenvolvimento econômico perpassa pela análise das transformações tecnológicas e estruturais da economia. 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).

Nesse contexto, o debate sobre o desenvolvimento econômico indica a necessidade de reorientar as políticas públicas, diminuindo o foco nos setores manufatureiros tradicionais, que adotam tecnologias poupadoras de trabalho, para direcionar mais atenção para produtos e serviços sofisticados (Cresti; Dosi; Fagiolo, 2023; Rodrik, 2023). Além disso, teóricos evolucionários ressaltam que a agenda acadêmica tem se concentrado excessivamente na indústria manufatureira, subestimando a necessidade de investigações centrada nos setores de serviços (Dopfer; Nelson, 2018).

Somado à essas reflexões, destaca-se que o desenvolvimento dos Serviços Intensivos em Conhecimento nas últimas décadas se intensificou nos países desenvolvidos e, atualmente, estão se tornando fundamentais também para o desenvolvimento econômico de 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 altamente qualificado e bem remunerado, por apresentarem forte interdependência com outras atividades econômicas 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).

Fundamentado pelo modelo insumo-produto, que permite a análise das interdependências como subsistemas de fluxos econômicos (Pasinetti, 1981), o presente estudo realiza a estimação de matrizes de fluxos tecnológicos intersetoriais. Nesses termos, o principal objetivo deste estudo é analisar empiricamente a importância da difusão tecnológica das atividades de SIC para a estrutura produtiva brasileira. Por meio da combinação de dados de esforço inovativo da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) 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 para os triênios 2011, 2014 e 2017. 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 estudo é: se, em que medida e como as atividades SIC são difusores de inovação na estrutura produtiva brasileira? Desse contexto emergem 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 visa 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 artigo está estruturado em mais quatro 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 terceira seção são demonstrados os procedimentos metodológicos e apresentadas as bases de dados utilizadas. Na quinta seção são realizadas análises dos resultados das medidas de transbordamentos e absorção, bem como dos indicadores de encadeamento tecnológico e dos efeitos totais e intersetoriais gerados pela extração hipotética. Por fim, são tecidas as considerações finais do trabalho.

2. SERVIÇOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E FLUXOS SETORIAIS DE INOVAÇÃO

Miles et al. (1995) introduziu o termo *Knowledge Intensive Business Services* (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. Sinteticamente, quatro características dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) são destacados: i) são fortemente baseados no conhecimento especializado e suas estruturas de emprego são orientadas para cientistas, engenheiros, especialistas e outros serviços técnicos profissionais e tecnológicos (Koch; Strotmann, 2006); ii) apresentam interação ativa 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).

A literatura enfatiza a participação dos SIC nos processos de inovação de seus clientes, desempenhando o papel de otimizador e transmissor de inovações. Desse modo, as empresas SIC atuam como vetores de inovação, auxiliando na transferência de conhecimento existente entre ou dentro de organizações, setores e redes produtivas (Shearmur; Doloreux, 2019). Além de facilitar e transmitir inovações, os SIC também desempenham papel fundamental como fonte de desenvolvimento de inovações (Zieba, 2021). Adicionalmente, estudos 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).

Nesses termos, autores advogam que a inovação em serviços seria uma expressão inócua caso o fenômeno não seja considerado como uma característica indissociável à inovação de modo integral. 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 (Drejer, 2004). Sob essa perspectiva, o impacto no potencial de inovação dependerá da intensidade do esforço tecnológico e do nível de relação intersetorial entre as atividades fornecedoras de serviços e os setores usuários. Assim, o uso da metodologia insumo-produto é particularmente adequado para identificar os vínculos intersetoriais e estimar os fluxos de inovação entre os SIC e a estrutura produtiva como um todo (Drejer, 1999).

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). Porém, 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 (Lee, 2019); a importância dos fluxos de P&D entre insumos domésticos e internacionais (Ayrest et al., 2023); os setores que demonstram maiores externalidades dos gastos em inovação (Taalbi, 2020); as diferenças dos clusters de inovação e sistemas tecnológicos entre países (Montresor; Fusilo; Marzetti, 2021); e as transferências de conhecimento entre setores tecnológicos (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 (Rodríguez; Camacho, 2008); iii) e a avaliação do impacto dos fluxos de conhecimento 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), com base em dados de inovação da Espanha e da Europa, para o ano de 2006, associadas as matrizes insumo-produto, procura identificar a contribuição dos SIC para a geração e absorção de inovação na economia da Espanha. Os resultados demonstram os SIC como a atividade mais intensiva em inovação em relação ao valor bruto de produção (7,3%) e o segundo em esforços de inovação medidos em relação ao valor adicionado (12,7%), valores superiores ou próximos aos setores de manufaturados (3,6% e 13%, respectivamente). Com relação a 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 (30,8%) para a geração total de inovação é semelhante à estimada para os SIC, porém sua capacidade de absorção é muito maior, atingindo 36,5% do sistema. 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. Os autores concluem que 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.

Com relação à segunda abordagem, Rodríguez (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 estudo 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.

Considerando a terceira perspectiva analítica, Evangelista, Lucchese e Meliciani (2013) avaliam 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 despesas em inovação do EUROSTAT-CIS com a tabelas Insumo-Produto da OCDE, além de realizarem estimação econométrica (OLS). Os resultados descritivos demonstram que as atividades BS são mais inovadoras 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. Os insumos BS no setor de serviços respondem (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.

O trabalho de Criaci, Montresor e Palma (2015) também examinam 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 da metodologia insumo-produto e das bases dados de inovação quantitativas (esforço em P&D e patentes depositadas) e qualitativas (qualidade de patentes) europeias, o estudo realiza regressões em painel com efeitos fixos. Entre os países analisados, o estudo demonstra que 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 apresenta resultados estáveis e o Reino Unido decrescentes. Além disso a hipótese de que a expansão de P&D adquirida pelos setores de manufatura a partir de sua integração vertical com os SIC resulta em um desempenho inovador superior foi confirmada: o aumento de 1% da variável explicativa leva a um aumento de 0,19% na variável dependente.

O primeiro trabalho a orientar a análise de fluxos tecnológicos para países emergentes, Gonçalves e Ferreira Neto (2016) avaliam a produção e difusão de tecnologia do Brasil, China, Federação Russa e África do Sul. Para tanto, os autores utilizaram matrizes de insumo-produto da OCDE e dados de P&D da ANBERD para os anos de 2000 e 2005.³ Ademais, o estudo analisa os setores com base na taxonomia de Pavitt com algumas modificações e, desse modo, busca analisar as atividades SIC (e correlatas) de maneira desagregada. Os resultados apontam que os SIC se comportam como grandes fornecedores de tecnologia para as estruturas produtivas do Brasil e da Rússia, mas se comporta 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. 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. Já a 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.

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 em matrizes insumo-produto estimadas. Apesar de concentrar a análise no setor manufaturado, 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 a difusão 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 estudos 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 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 de insumo-produto podem apresentar valores não negligenciáveis e, nesse sentido, podem gerar resultados de fluxos tecnológicos imprecisos. A próxima seção apresenta os aspectos metodológicos, que buscam superar as limitações identificadas na literatura.

³ No caso brasileiro, os autores utilizaram a PINTEC versão 2011, pois o país não está incluído na base de dados ANBERD. Deve-se destacar que a utilização de dados de inovação de anos diferentes dos dados coletados para os demais países analisados e em período distinto das matrizes insumo-produto utilizadas podem gerar resultados inconsistentes.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Análoga ao método aplicado pelos trabalhos de Terleckyi (1980) e Scherer (1982), a metodologia para a construção da matriz de fluxos de P&D incorporado em bens e serviços parte da conhecida matriz inversa de Leontief. Para tanto, o modelo de insumo-produto pode ser representado de forma matricial pela expressão (1):

$$(I - A)X = Y \quad (1)$$

Sendo: I - matriz de identidade $n \times n$; A - matriz de coeficientes técnicos; X - vetor do valor bruto da produção (VBP); Y - vetor de demanda final. Para encontrar tanto os efeitos diretos como os indiretos de um aumento da demanda final, é necessário calcular a matriz inversa de Leontief. De (1) obtém-se:

$$X = L \times Y \quad (2)$$

Onde $L = (I - A)^{-1}$ é a inversa de Leontief ou matriz de efeitos diretos e indiretos. A equação 2 representa o VBP necessário para suprir direta e indiretamente a demanda final da economia, no qual os coeficientes lij da matriz L são interpretados como os impactos diretos e indiretos de um aumento unitário no valor da produção do setor j sobre a produção do setor i (Miller; Blair, 2009).

Para a construção de uma matriz de fluxo de tecnologia (H_n), 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 como (3):

$$H_n = \hat{r}\hat{x}^{-1}L\hat{y} \quad (3)$$

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 diagonalizado 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 . Desse modo, de forma análoga ao conceito de setores verticalmente integrados ou subsistemas (Pasinetti, 1981), a matriz H_n corresponde a distribuição do gasto em P&D incorporados nas transações intermediárias entre os setores produtivos em todo o processo de produção de um determinado produto.

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 -ésima linha representa o total de P&D absorvido por cada setor i . Já a soma das células de cada j -ésima 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. 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 intersetorialmente. 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 do Transbordamento Líquido de P&D de cada setor. Logo, as interpretações dos fluxos tecnológicos podem ser realizadas sob a ótica da demanda de P&D de um setor (ou grupo setorial) absorvido da inovação produzida 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.

Deve-se ressaltar algumas limitações dessa proposta metodológica: i) assume-se que a incorporação desses gastos entre setores ocorre de forma completa e instantânea, não considerando a possibilidade de que esforços de P&D possam não se concretizar totalmente (Marengo; Sterlacchini, 1990); ii) presume-se que todos os gastos em P&D são transferidos apenas por meio de bens intermediários, desconsiderando

outras formas de transferência de conhecimento (Dietzenbacher; Los, 2002); iii) não considera os fluxos tecnológicos de investimentos transacionados entre os setores econômicos, devido a ausência de Matrizes de Absorção de Investimento (MAI) com desagregação compatível à utilizada no presente trabalho (Miguez, 2016).

Tais limitações estão diretamente associados a difícil mensuração de formas menos observáveis de transferência tecnológica, como o transbordamento do conhecimento não 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 estudo restringem-se aos gastos em P&D incorporados em produtos e serviços transacionados entre os setores de uma economia.

Além da matriz de fluxos tecnológicos de “estrutura nominal”, pode-se omitir o vetor da demanda final ($\hat{y}$) da equação 3, resultando em (4):

$$H_p = \hat{r}\hat{x}^{-1}L \quad (4)$$

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. Assim sendo, a matriz H_p não depende da estrutura da demanda final da economia ($\hat{y}$) e, desse modo, é denominada como uma matriz de ‘estrutura padrão’.

Em outros termos, a metodologia que procura identificar setores-chave de uma economia, com base nos indicadores de encadeamento de Hirschman-Rasmussen, *backward linkages* (BL) e *forward linkages* (FL), que seriam aqueles que apresentassem maiores encadeamentos para trás e para frente em uma estrutura produtiva, pode ser transformada em fluxos tecnológicos. Desse modo, ao invés de calcular os índices com base na matriz de Leontief (L), os setores com maiores encadeamentos no que se refere à absorção e ao transbordamento de P&D incorporado nos produtos comercializados são aplicados na matriz de fluxos tecnológicos de estrutura-padrão H_p (Dietzenbacher; Los, 2002).

No primeiro caso, o indicador BL reflete em que medida um setor demanda P&D incorporada nos insumos de produção da economia. Um $BL_j > 1$ indica que a indústria tem absorção de inovação acima da média, destacando-se como um setor tecnologicamente estratégico no lado da demanda. Por outro lado, o indicador FL indica a intensidade de P&D de um setor incorporada nos bens intermediários da economia. Quando o $FL_i > 1$ revela que o setor i , em comparação com os outros, possui capacidade de transbordamento tecnológico estratégica para a matriz de estrutura padrão do sistema de inovação.

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 (MEH). O MEH busca identificar quanto os setores econômicos são impactados por outros segmentos, caracterizando as ligações setoriais de uma economia (Dietzenbacher; Van der Linden, 1997). Para tanto, necessita-se isolar um dos n segmentos presentes (não nulos) nas linhas e/ou colunas da matriz insumo-produto e, assim, aferir o efeito desse isolamento sobre o produto e a demanda dos demais segmentos da economia.

O método de extração considera o efeito do isolamento hipotético de um setor sobre o produto do resto da economia. Com base na equação 2, considerando um modelo de insumo-produto com n setores produtivos, o vetor coluna de produção é construído (5).

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (5)$$

Considerando uma extração para trás (*backward linkages*), 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 (6):

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{S1} & \cdots & A_{SS} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Desse modo, a matriz inversa de Leontief da matriz A particionada pode ser representada por (7):

$$B = \begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1S} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{S1} & \cdots & B_{SS} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Com base na equação 1 e na matriz expressa em 7, teremos:

$$X_1 = B_{11} Y_1 + B_{1S} Y_S \quad (8)$$

$$X_S = B_{S1} Y_1 + B_{SS} Y_S \quad (9)$$

Por meio da extração hipotética de um setor, a equação (10) e (11) 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.

$$\bar{X}_S = A_{SS} \bar{X}_S + Y_S \quad (10)$$

$$\bar{X}_S = (I - A_{SS})^{-1} Y_S \quad (11)$$

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 (7), conforme (12), (13) e (14).

$$B_{1S} = B_{11} A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} \quad (12)$$

$$B_{S1} = (I - A_{S1})^{-1} A_{S1} A_{11} \quad (13)$$

$$B_{SS} = (I - A_{SS})^{-1} + (I - A_{SS})^{-1} A_{S1} B_{11} A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} \quad (14)$$

Posteriormente, ao utilizar as equações de X_S (9) e $\bar{X}_S$ (10), obtemos:

$$X_S - \bar{X}_S = B_{S1} Y_1 + [B_{SS} - (I - A_{SS})^{-1}] Y_S \quad (15)$$

A expressão $X_S - \bar{X}_S$ (15) 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 (Miller; Blair, 2009).

Rearranjando a equação 15, com base nas equações 12, 13 e 14, obtém-se o efeito da extração hipotética da demanda (*backward linkages*) de um setor para a economia, conforme equação 16:

$$X_1 - \bar{X}_1 = (I - A_{SS})^{-1} A_{S1} B_{11} [Y_1 + A_{1S} (I - A_{SS})^{-1} Y_S] \quad (16)$$

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 16, resultando na equação 17:

$$X_1 - \bar{X}_1 = (I - A_{11})^{-1} A_{1S} B_{SS} [Y_S + A_{1S} (I - A_{11})^{-1} Y_1] \quad (17)$$

As equações 16 e 17 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:

$$MEH = \left(\frac{X_S - \bar{X}_S}{X_S} \right) \times 100 \quad (18)$$

Assim sendo, identifica-se a interdependência que um segmento possui sobre a economia ou um setor da economia. Em termos de fluxos de inovação, ao calcular conjuntamente os efeitos para trás e para frente da extração do setor/grupo selecionado da matriz H_n (3), permite compreender como a P&D de um determinado setor afeta a inovação da economia como um todo ou isoladamente de setores na economia (Miller; Blair, 2009)..

Com relação aos dados utilizados 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 IBGE: i) a Matriz de Insumo-Produto Nacionais (MIP) elaborada a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRU) do Sistema de Contas Nacionais (SCN)⁴; ii) os dados de dispêndios setoriais em P&D coletados e disponibilizados por meio da Pesquisa de Inovação (PINTEC). O IBGE divulga periodicamente as MIPs brasileiras, com intervalo de cinco anos, a última MIP disponibilizada pelo IBGE refere-se ao ano de 2015 (IBGE, 2018). Já os dados de P&D estão disponíveis, na desagregação pretendida para as análises (CNAE 2.0), nos triênios 2011, 2014 e 2017.

Como as MIPs originais 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, Passoni e Freitas (2020) elaborou tabelas de correspondência entre produtos e indústrias no nível de desagregação de 67 indústrias e 127 produtos para os anos de 2010 a 2019. Como resultado, esta base de dados secundária proporciona MIPs anuais estimadas compatíveis com o período das PINTEC de 2011, 2014 e 2017.⁵ Assim, algumas agregações foram realizadas para compatibilizar as duas bases de dados e, visando maior clareza e organização, as atividades foram agrupadas em 12 grupos setoriais.

O presente trabalho adota a classificação setorial da taxonomia proposta em Castellacci (2008), fundamentada na visão de interdependência da economia que combine as mudanças tecnológicas setoriais de manufaturados e serviços dentro de uma mesma estrutura geral. O autor categoriza os setores inovadores em cinco grandes grupos: Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF), Manufaturas Intensivas em Escala (MIE), Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)⁶, 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 A, presente no Apêndice, que apresenta a descrição das 67 atividades analisadas, as 37 classificações setoriais e sua agregação em 12 grupos setoriais.

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 correntes para matrizes correspondentes avaliadas a preços constantes. O trabalho segue o método aplicado em Passoni e Freitas (2022), 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. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa examina os fluxos de inovação a partir dos dispêndios das empresas em P&D interna, um indicador amplamente utilizado para mensurar os esforços inovativos. A P&D interna reflete a capacidade das empresas de desempenharem um papel ativo na geração de inovação e, no contexto da matriz de fluxos

⁴ As MIPs de 2000 e 2005 (SCN, 2000) não são diretamente comparáveis com as MIPs de 2010 e 2015 (SCN, 2010). Por exemplo, as edições de 2010 e 2015 possui a classificação de produtos e atividades integrada à Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0, enquanto as de 2000 e 2005 à CNAE 1.0 (IBGE, 2018).

⁵ A limitação da série temporal (2011, 2014 e 2017) justifica-se pelo nível de desagregação setorial necessária para a análise dos SIC, objeto de estudo principal do artigo. Nas versões antigas das MIPs (2000 e 2005) e das PINTECs (2008 e anteriores), baseadas na CNAE 1.0, diversas atividades SIC estão agregadas com 'outras atividades de serviços'.

⁶ 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 manufaturas de alta e média-alta intensidade tecnológica.

tecnológicos, de atuarem como difusoras dessas inovações. Dessa forma, os resultados não consideram os gastos com outras Atividades Inovativas, como aquisição de P&D externo, treinamento de pessoal, compra de máquinas, equipamentos e softwares, entre outros. Embora esses investimentos representem uma abordagem mais abrangente do esforço tecnológico, são absorvidos de outras atividades (IBGE, 2020).

Os resultados são apresentados e analisados seguindo três 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 tecnológico; iii) por fim, com base no método de extração hipotética (MEH), são analisadas medidas de interdependência tecnológica em termos setoriais e intersetoriais.

A tabela 1 apresenta, de maneira sintética, as intensidades dos esforços inovativos em P&D (gastos em P&D/VBP) dos grupos setoriais avaliados na PINTEC. Estes dados representam o primeiro termo da equação 3 ($\hat{r}\hat{x}^{-1}$) para o cálculo das matrizes tecnológicas. Os dados demonstram que as atividades SIC possuem níveis superiores de intensidade em P&D em relação aos grupos de manufaturados intensivos em tecnologia MEC e MIE, com aprofundamento desta diferença no período analisado. Já os outros grupos setoriais demonstram baixa intensidade no esforço inovativo ($< 1\%$).

Enquanto as atividades SIC apresentaram, em 2017, uma intensidade em P&D de 5,4%, o grupo setorial MIE registrou 1,5%, e o grupo MEC, 1,3%. Além disso, os grupos setoriais IEX, ELG, MDF e SIR exibiram baixos níveis de esforço inovativo em P&D. No que se refere à variação média das intensidades entre os triênios 2011-2014-2017, as atividades MIE e SIC registraram crescimento médio por triênio de 45,9% e 39,6%, respectivamente, no esforço de inovação. Além desses, os grupos IEX e MEC também apresentaram variações positivas e significativas no período. Em contraste, as atividades de SIR, ELG e MDF exibiram variações negativas, tornando-se ainda menos intensivas no período analisado.

Tabela 1 - Intensidade do dispêndio em P&D - Grupos setoriais (%)

GRUPOS SETORIAIS	2011	2014	2017	Δ Média
Indústrias extrativas (IEX)	0,2	0,2	0,3	32,4
Eleticidade e gás (ELG)	0,2	0,2	0,1	-15,1
Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)	0,7	0,9	1,5	45,9
Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)	0,3	0,3	0,2	-7,0
Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)	1,0	1,6	1,3	18,4
Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)	0,4	0,2	0,2	-30,1
Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)	2,8	3,6	5,4	39,6

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.

Esses resultados corroboram as intensidades tecnológicas observadas por Rodríguez (2013) com base nos gastos em relação ao valor adicionado, evidenciando que as atividades SIC possuem níveis de intensidade em P&D superiores aos da manufatura. No entanto, é necessário avaliar se essa intensidade em P&D se reflete em uma maior difusão tecnológica na estrutura produtiva, conforme identificado pelo autor.

A Tabela 2 apresenta os fluxos tecnológicos de P&D incorporado ao consumo intermediário sob a estrutura nominal da economia, ou seja, considerando o tamanho e a composição da demanda final. Em termos de absorção, ao observar a coluna 10, as atividades SIC realizaram uma demanda total de R\$2,48 bilhões em P&D no ano de 2017. Destes, R\$2,44 bilhões foram consumidos de maneira intrasetorial (valor da diagonal), enquanto o restante foi absorvido de outros grupos setoriais.

Em termos de absorção intersetorial dos SIC, observa-se o maior montante demandado foi verificado pelas MEC, no valor de R\$ 14,8 milhões, seguido por MDF e MIE. Sob outra perspectiva, ao analisar a linha, verifica-se que as atividades SIC transbordaram o total de R\$4,68 bilhões em P&D no ano de 2017, maior valor entre os grupos analisados. Entre os transbordamentos intersetoriais, os mais

expressivos foram para as atividades de Adm. e pessoais (R\$ 686,9 milhões), MDF (R\$ 298,3 milhões), SIF (R\$ 269,9 milhões) e MIE (R\$ 195,3 milhões).

Tabela 2 - Matriz de fluxos tecnológicos de P&D (2017)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
1 Agropecuária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
2 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 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 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 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 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
8 SIF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
9 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 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 Outros serviços	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
12 Adm. e pessoais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	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

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

Para uma visão mais sintética, o trabalho construiu indicadores com base nas matrizes de fluxos de inovação em P&D (tabela 2) para o ano 2017, pela ótica da absorção e do transbordamento tecnológico. Os resultados da tabela 3 demonstram que o P&D Transbordado são compostos 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 incorporados 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 Outros Serviços Pessoais e Sociais (R\$1,3 bi).

Ao desagregar o P&D Absorvido em componentes intersetoriais e intrasetoriais, constata-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%). Contata-se também diferenças entre os grupos setoriais no índice de Taxa de Absorção Intersectorial, 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 intersectorial superiores aos manufaturados. Enquanto os últimos apresentam proporção de P&D Transbordado intersectorial de 23% (MIE), 33% (MDF) e 35% (MEC), as atividades SIC transbordam para outros setores 48% do Total. 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.

Tabela 3 – Indicadores de absorção e transbordamento tecnológico (2017)

Indicadores de Absorção (R\$ milhões)								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	P&D	P&D	P&D Absorvido		% P&D	% P&D	Taxa de Absorção Inter
		Transbordado	Absorvido	Inter	Intra	Absorvido	Absorvido Inter	
		A	B	C	B-C	B/A	C/A	
Agropecuária		0,0	409,2	-	-	-	-	
Indústrias extrativas (IEX)		446,5	446,0	199,5	246,5	99,9%	44,7%	44,7%
Manufaturados Intensivas 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	-	-	-	-	-
Serviços de Infraestrutura Física (SIF)		0,0	868,8	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-
Administração pública e outros serviços pessoais e sociais		0,0	1.295,6	-	-	-	-	-
TOTAL		16.931,9	16.931,9	2.347,2	14.584,7	100,0%	13,9%	13,9%
Indicadores de Transbordamento (R\$ milhões)								
GRUPOS SETORIAIS	Operações	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	-	-	-	-	-409,2
Indústrias extrativas (IEX)		446,5	446,0	200,0	246,5	44,8%	55,2%	0,5
Manufaturas Intensivas 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).

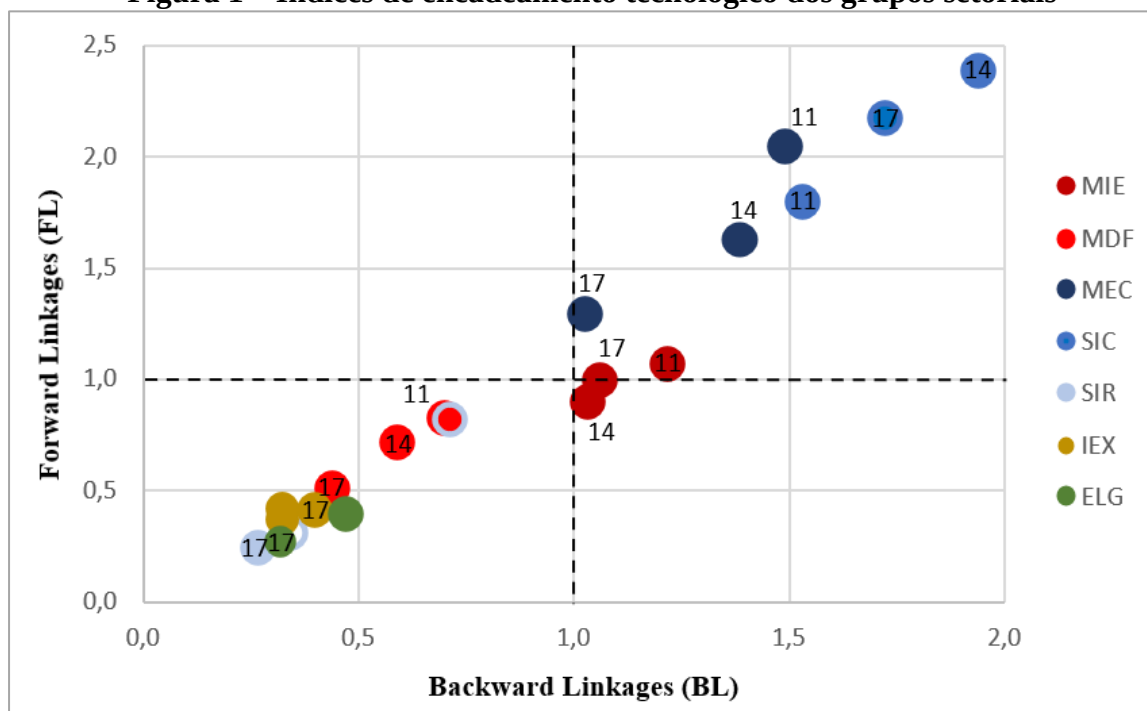
Os resultados indicam que os SIC se destacam como atividades geradoras de transbordamentos tecnológicos nos subsistemas da economia brasileira. No entanto, essa capacidade não se reflete nas medidas de absorção de P&D, uma vez que a absorção tecnológica dos SIC ocorre predominantemente no âmbito intrasetorial, sem se propagar para outros grupos inovadores. Esses achados corroboram os resultados de Mas-Verdú et al. (2011), evidenciando que os SIC atuam como importantes fontes e transmissores de P&D para a estrutura produtiva. Entretanto, sua capacidade de absorção é limitada em comparação à elevada capacidade das manufaturas.

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 de manufaturas possuem níveis elevados de transbordamento de P&D. Desse modo, além de grande capacidade de absorção, os manufaturados também expressam capacidade como transmissores de tecnologia para os demais subsistemas.

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 difunde P&D interna. 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.

Conforme apresentado na seção metodológica, 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 4), os índices de encadeamento permitem identificar setores-tecnologicamente-chaves de uma economia, tanto em termos de encadeamentos para trás (BL) como de ligações para frente (FL). Enquanto o indicador BL mensura o poder de absorção tecnológica de um setor, o índice FL indica a intensidade que um setor transborda inovação nos bens intermediários da economia. Os resultados dos índices de encadeamento tecnológico são organizados em grupos setoriais na figura 1, abarcando os anos de 2011, 2014 e 2017.

Figura 1 – Índices de encadeamento tecnológico 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.

De acordo com os resultados, em 2011 as MEC se destacavam como o grupo tecnologicamente mais relevante 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. No que tange às 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. Deve-se destacar a perda de força dos encadeamentos das manufaturas no período analisado, sobretudo as MEC e MDF. Já 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.

Os SIC destacam-se como o grupo setorial com maior encadeamento tecnológico para frente e para trás na estrutura padrão de fluxos de inovação. Em outras palavras, aumentos na demanda final e na produção total dessas atividades resultam nas maiores expansões de gastos em P&D absorvidos e transbordados, respectivamente, por meio de bens intermediários para toda a economia. As manufaturas intensivas em tecnologia (MEC e MIE) ainda figuram como setores tecnologicamente estratégicos, mas apresentaram desempenho inferior no período analisado. Esse resultado sugere uma forte correlação entre a intensidade em P&D e a difusão tecnológica, quando considerada a estrutura padrão.

Já a Tabela 4 apresenta os efeitos totais da Extração Hipotética de cada grupo setorial na estrutura produtiva, considerando a soma dos efeitos para trás (BL) e para frente (FL). O objetivo é identificar quais grupos setoriais exercem maior impacto na difusão da P&D. Nessa abordagem, os fluxos tecnológicos são analisados dentro da estrutura nominal da economia, levando em conta os valores das transações intermediárias, o tamanho e a composição da demanda final, além dos esforços tecnológicos.

Conforme os resultados, os grupos que mais impactam tecnologicamente a estrutura produtiva são MIE, MEC e SIC, respectivamente. Essas evidências diferem das observada por Rodríguez (2013), uma vez que a maior intensidade em P&D dos SIC não resultou em uma difusão tecnológica mais ampla na estrutura nominal. Embora as MIE apresentem a terceira maior intensidade de gastos em P&D, ocupam a primeira posição no efeito total da extração hipotética.

Ao analisar a evolução ao longo do período 2011-2017, observa-se que os SIC foram as únicas atividades a apresentar um crescimento expressivo no efeito total, com um aumento de 9,3 pontos percentuais (p.p.), equivalente a ampliação de R\$ 1,5 bilhão na difusão da inovação. Com exceção de um pequeno crescimento do grupo IEX, todos os demais grupos setoriais registraram estagnação ou redução, tanto em termos absolutos (R\$) quanto percentuais (%), na difusão de P&D. Nesse contexto, as MDF apresentaram o pior desempenho, com uma redução de quase 5 p.p. no intervalo analisado.

Tabela 4 – Efeito total da extração hipotética dos grupos setoriais

P&D	2011		2014		2017		
	R\$ Milhões	%	R\$ Milhões	%	R\$ Milhões	%	Posição
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

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 nos fluxos setoriais de inovação.

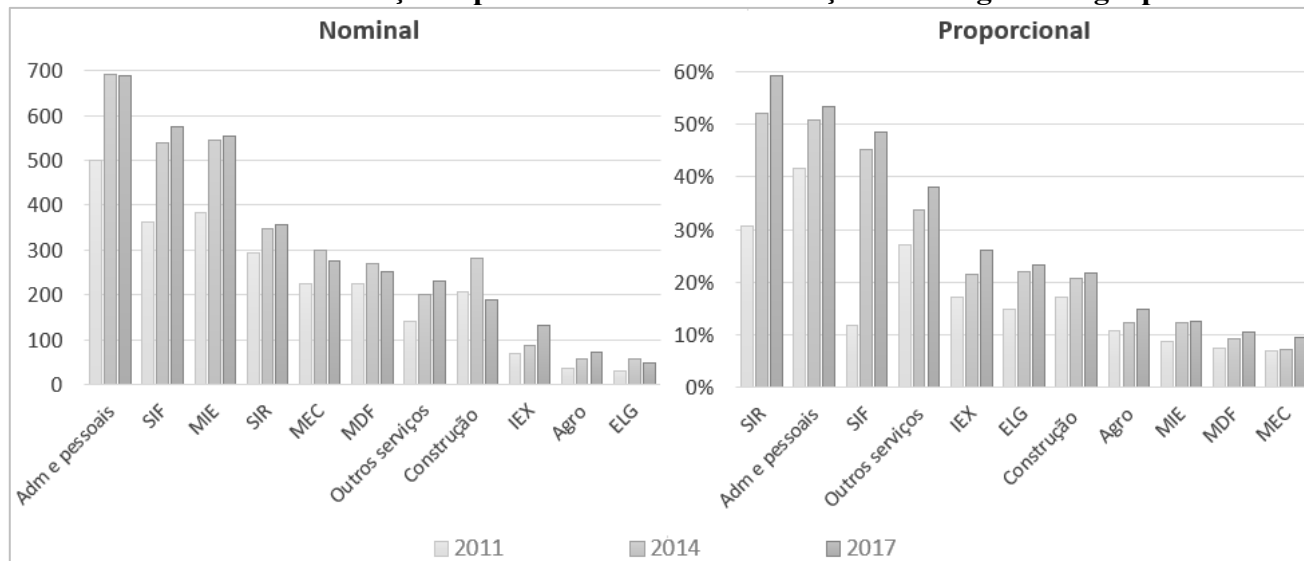
A análise integrada dos resultados permite concluir que os grupos setoriais MIE, MEC e SIC desempenham um papel central nos fluxos setoriais de inovação no Brasil. Dessa constatação, emergem quatro aspectos fundamentais: (i) a relevância das manufaturas decorre tanto de sua função como difusoras quanto como absorvedoras de tecnologia, enquanto os SIC se destacam pelos transbordamentos tecnológicos, mas com capacidade limitada de absorção de inovação; (ii) ao considerar a estrutura padrão, que omite o vetor da demanda final, observa-se que as atividades tecnologicamente mais dinâmicas são aquelas com maior intensidade tecnológica ($\hat{r}\hat{x}^{-1}$), sendo, em ordem decrescente, SIC, MEC e MIE; (iii) sob a ótica da estrutura nominal, os resultados indicam que a importância setorial nos fluxos tecnológicos está associada à maior participação nos fluxos de bens e serviços ($L\hat{y}$). Nesse contexto, as MIE se destacam como o grupo mais influente no Brasil, uma vez que o tamanho e a estrutura de demanda final dessas atividades são superiores às verificadas nos grupos SIC e MEC.

Especificamente em relação ao grupo setorial SIC, alguns resultados merecem destaque. Em primeiro lugar, esse grupo apresentou os maiores indicadores de encadeamento na estrutura padrão e, na estrutura nominal, evidenciou impactos comparáveis aos observados nos segmentos manufatureiros mais intensivos em tecnologia (MEC). Além disso, registrou o maior crescimento em importância tecnológica para a economia brasileira no período analisado. Assim, conclui-se que as atividades SIC exercem uma contribuição relevante e crescente para o sistema de inovação do país.

Por fim, o gráfico 1 apresenta os efeitos totais da extração dos SIC da matriz de fluxos tecnológicos sobre a absorção de inovação dos demais grupos setoriais analisados. Novamente, são considerados os efeitos para trás (BL), por meio da retirada da coluna das atividades SIC, e os efeitos para frente (FL), 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 intersetoriais são captados em termos monetários (em milhões de reais) e proporcionais (%) para os anos de 2011, 2014 e 2017, como apresentado no gráfico.

Os resultados 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 do efeito para esses grupos foram de R\$690 milhões, R\$575 milhões e R\$555 milhões, respectivamente. 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, Agro e ELG.

Gráfico 1 – Efeitos da extração hipotética dos SIC na absorção tecnológica dos grupos setoriais



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

Considerando os resultados proporcionais da extração hipotética, 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 manufaturas. Ao analisar todos os anos, 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; Agro; IEX); iii) e quatro grupos apresentaram redução no período 2014-2017 (MEC; MDF; ELG).

Conforme observa-se, tanto em termos monetários como proporcionais, a ‘Administração pública e outros serviços pessoais e sociais’ é o setor que mais depende dos fluxos de inovação dos SIC. Nos efeitos proporcionais, 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 grupos setoriais SIF e SIR. Este último setor apresentou, em termos proporcionais, efeitos na absorção tecnológica superiores a 60% dada a extração dos fluxos de P&D dos SIC.

Importante ressaltar que os efeitos nominais nos setores manufatureiros são mais proeminentes do que os efeitos proporcionais, devido ao alto grau de transbordamento intrasetorial nessas atividades (conforme tabela 1) e a 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.

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, os resultados proporcionais demonstram que as atividades SIC possuem relações tecnológicas setoriais mais significativas 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 dos SIC se concentram proporcionalmente em outros setores de serviços, em detrimento dos setores industriais brasileiros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi compreender a interdependência tecnológica dos Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC) com a estrutura produtiva brasileira 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 interna) com matrizes insumo-produto domésticas (IBGE). Para tanto, foram desenvolvidos indicadores para avaliar as medidas de transbordamento e absorção de inovação e índices de encadeamento tecnológico. Além disso, foi aplicado o Método de Extração Hipotética (MEH) para quantificar a interdependência tecnológica dos SIC com o sistema de inovação e com os demais grupos setoriais analisados.

Os resultados confirmam amplamente a primeira hipótese, segundo a qual os serviços intensivos em conhecimento se destacam como geradores de transbordamentos tecnológicos nos subsistemas da estrutura produtiva. No entanto, os SIC apresentam capacidade limitada de absorção de P&D proveniente de outros setores. A segunda hipótese também foi corroborada, indicando que as atividades SIC têm ganhado importância no sistema de inovação brasileiro. Além de registrarem os maiores índices de encadeamento

na estrutura padrão de fluxos tecnológicos, apresentam efeitos comparáveis aos das manufaturas intensivas em tecnologia na aplicação da MEH. Ademais, todos os grupos setoriais analisados apresentaram crescimento na absorção da P&D adquirida dos SIC entre 2011 e 2017.

Por outro lado, a terceira hipótese foi apenas parcialmente confirmada. Embora os transbordamentos de inovação dos SIC tenham impactos relevantes sobre os setores manufatureiros em termos nominais, esses efeitos se mostram proporcionalmente mais concentrados nos grupos de serviços, quando comparados aos setores industriais brasileiros. Essa constatação evidencia uma limitação do método de extração hipotética, uma vez que as manufaturas dependem menos da absorção tecnológica intersetorial do que os serviços, o que compromete os efeitos proporcionais observados.

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 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 estudo 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 trabalho propõe a extração hipotética como mais uma metodologia capaz de mensurar a interdependência das atividades SIC com grupos setoriais e com o sistema de inovação.

Entretanto, o trabalho 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 a 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 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 interdependência tecnológica das atividades de Administração pública em relação aos Serviços Intensivos em Conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

BERARDINO, C.; ONESTI, G. The two-way integration between manufacturing and services, **The Service Industries Journal**, v. 40(5-6), p. 337-357, April, 2020. DOI: 10.1080/02642069.2018.1438415.

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.

- 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.
- 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.
- 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.
- CORROCHER, N., CUSMANO, L., MORRISON, A. Modes of innovation in knowledge-intensive business services evidence from Lombardy. **J Evol Econ** 19, 173–196, 2009.
- 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.
- 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.
- EVANGELISTA, R.; LUCCHESI, M.; MELICIANI, V. Business services, innovation and sectoral growth. **Structural Change and Economic Dynamics**, Volume 25, Pages 119-132, 2013.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- LEE, D. The role of R&D and input trade in productivity growth: innovation and technology spillovers. **J Technol Transf**, 45, 908–928, 2020.
- 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.

- 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.
- 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.
- MILLER, R.; BLAIR, P. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. [S. l.]: Cambridge University Press, 2009.
- 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.
- MARENGO, L.; STERLACCHINI, A. Intersectoral technology flows: methodological aspects and empirical applications. **Metroeconomica**, v. 41, n. 1, p. 19-39, 1990.
- PASINETTI, L. **Structural Change and Economic Growth: A Theoretical Essay on the Dynamics of the Wealth of Nations**. Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- PASSONI, P.; FREITAS, F. Estimação 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.
- RODRIK, D. On Productivism. HKS **Working Paper** RWP No. 23-012, March, 2023.
- 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, M. Knowledge-Intensive Business Services and R&D Diffusion: a Comparative Assessment of Some EU27 Countries. **Engineering Economics**. 24, 2013.
- ROSENBERG. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas, 2006.
- SCHMOOKLER, J. **Invention and economic growth**. Harvard: Harvard University Press, 1966.
- SCHERER, F. Inter-Industry Technology Flows in the United States. **Research Policy**, v. 11, p. 227-245, 1982.
- 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.
- 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.
- 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.
- TAALBI, 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.; Vaccara, B. **New development in productivity measurement analysis**. Chicago: Chicago Un. Press, 1980.
- ZIEBA, M. Knowledge-Intensive Business Services. IN: **Understanding Knowledge-Intensive Business Services**. Knowledge Management and Organizational Learning, vol 10, Springer, Cham, 2021.

APÊNDICE

Quadro A – Descrição das atividades, classificação dos setores e grupos setoriais

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 Produção florestal; pesca e aquicultura	Agropecuária ¹	Agropecuária
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 Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	Indústrias extrativas	Indústrias extrativas
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico Fabricação de produtos de minerais não metálicos Produção de ferro gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Fabricação de artigos de borracha e plástico Fabricação de produtos de minerais não-metálicos Metalurgia Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias Fabricação de outros equipamentos de transporte Fabricação de móveis	Manufaturas Intensivas em Escala (MIE)
Impressão e reprodução de gravações Refino de petróleo e coquerias Fabricação de biocombustíveis Fabricação de produtos de metal, exceto 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 Outros produtos alimentares Fabricação de bebidas Fabricação de produtos do fumo Fabricação de produtos têxteis Confecção de artefatos do vestuário e acessórios Fabricação de calçados e de artefatos de couro Fabricação de produtos da madeira Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Impressão e reprodução de gravações Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis Fabricação de produtos de metal Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos Fabricação de produtos alimentícios Fabricação de bebidas Fabricação de produtos do fumo Fabricação de produtos têxteis Confecção de artigos do vestuário e acessórios Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro Fabricação de produtos de madeira Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Manufaturas Dominadas pelo Fornecedor (MDF)
Comércio por atacado e varejo Transporte terrestre Transporte aquaviário Transporte aéreo Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Serviços de Infraestrutura Física ¹	Serviços de Infraestrutura Física (SIF)
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Fabricação de produtos químicos Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos Fabricação de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos Fabricação de máquinas e equipamentos	Manufaturas Especializadas e Baseadas em Ciência (MEC)
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Atividades dos serviços de tecnologia da informação + Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras ² Atividades jurídicas, contábeis, consultoria Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises + Pesquisa e desenvolvimento e análises técnicas ² Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Serviços Intensivos em Conhecimento (SIC)
Edição e edição integrada à impressão Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem Telecomunicações Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Edição e gravação ³ Telecomunicações ³ Intermediação Financeira ¹	Serviços de Infraestrutura de Redes (SIR)
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Eleticidade e gás	Eleticidade e gás
Construção	Construção ¹	Construção
Água, esgoto e gestão de resíduos 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	Outras atividades de serviços ¹	Outros serviços
Administração pública, defesa e seguridade social Educação pública Educação privada Saúde pública Saúde privada Atividades artísticas, criativas e de espetáculos Organizações associativas e outros serviços pessoais Serviços domésticos	Administração pública e outros serviços pessoais e sociais ¹	Adm. e Pessoais

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.