

SETORES CHAVE EM TERMOS DE PODER DE DIFUSÃO NO RIO GRANDE DO SUL: UMA DECOMPOSIÇÃO DE MIYAZAWA

Henrique Morrone¹

RESUMO:

O estudo das relações intersetoriais permite elencar os setores em termos de sua capacidade de difusão de estímulos ao longo do sistema produtivo. O objetivo deste artigo é estimar a capacidade dos setores da economia gaúcha em propagar seus estímulos produtivos através da rede de ligações intersetoriais. Isto possibilitaria direcionar recursos para pesquisas em produtos e processos em segmentos-chave, servindo como um importante guia para os formuladores de política econômica. Para isso, emprega-se como base de dados secundários brutos a matriz de insumo-produto do Rio Grande do Sul para o ano de 2019. Utiliza-se a técnica de insumo-produto acompanhada das contribuições de Miyazawa (1966, 1971) para decompor as interrelações produtivas presentes na matriz inversa de Leontief e detectar as atividades mais importantes da economia. Examinou-se a capacidade dos setores, segmentados em dois diferentes níveis tecnológicos, em difundir informações pelo sistema produtivo local. Nesse sentido, setores dinâmicos e propagadores de sua influência seriam aqueles detentores de maior número de coeficientes importantes. Os resultados sugerem que o segmento de baixa tecnologia apresenta uma forte capacidade de difusão de seus estímulos na economia local.

Palavras-chave: Edifusão da informação; Redes; Insumo-produto qualitativo; Economia do desenvolvimento.

ABSTRACT:

The study of intersectoral relations allows to rank the sectors in terms of their capacity to disseminate information throughout the productive system. The objective of this article is to estimate the capacity of the sectors of the economy of Rio Grande do Sul to propagate technology and information through the intersectoral network. This would allow to direct resources for product and process research in key segments, serving as an important guide for policymakers. For this, the input-output matrix of Rio Grande do Sul for the year of 2019 is used as the secondary raw data base. The input-output technique is used together with the Miyazawa (1966, 1971) contributions to decompose the productive interrelations present in the inverse matrix of Leontief and to detect the most important activities of the economy. The ability of the sectors segmented at two different technological levels to disseminate information through the local productive system was examined. In this sense, dynamic sectors and propagators of technology would be those with the largest number of important coefficients. The results suggest that the low-tech segment presents a strong ability to the diffusion of ideas, knowledge and information in the local economy.

JEL Classification: O1, C1, D57.

Keywords: Information diffusion, networks, Qualitative input-output, Development Economics.

Data da submissão: 17-12-2024

Data do aceite: 02-06-2025

¹ Professor Associado - Departamento de Economia (UFRGS). PhD em Economia Universidade de Utah. hmorrone@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A capacidade regional de gerar e difundir informação/conhecimento, como um subproduto da tecnologia, desempenhou um papel fundamental no processo de expansão econômica. Essa capacidade é central para alcançar o desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1942; Ocampo et al., 2009; García et al., 2010). As escolas Pré-Clássica, Clássica e Marxista destacaram o papel crucial do progresso técnico para impulsionar a atividade econômica. Individualmente, Schumpeter (1942) foi, sem dúvida, o principal defensor da importância do conhecimento e da inovação para alavancar a economia.

Na literatura tradicional de insumo-produto, existe um corpo considerável de pesquisas que avaliam a difusão da informação e influência produtiva na economia. Os estudos iniciais de Scherer (1982) e Leontief (1986) abordaram a difusão por meio do exame das tabelas de insumo-produto. Pesquisas como as de Wolff (1997), Mohnen (1999), Dietzenbacher (2005) e Gonçalves e Neto (2016) seguiram linhas semelhantes. Esses trabalhos se baseiam nos coeficientes setoriais de insumo-produto, nos quais o tamanho, o número de conexões e o comprimento da propagação são centrais.

Por outro lado, aqui aplicamos um método alternativo baseado na economia de insumo-produto qualitativa, principalmente o conceito de coeficientes importantes (CIs). Essa abordagem é útil para detectar coeficientes importantes na estrutura produtiva do Estado do Rio Grande do Sul (RS) para o ano de 2019. Esse Estado apresentou uma taxa média de crescimento do PIB de 4,3% ao ano de 1948 a 2016, abaixo do crescimento nacional (4,7%) (Marquetti e Hoff, 2018). Seguindo os estudos pioneiros de Yan e Ames (1965) e outras contribuições de Schintke e Staglin (1988), Gosh e Roy (1998) e Aroche-Reyes (1996, 2002), estimamos os coeficientes importantes (CIs) da economia local. Esses coeficientes indicam as entradas nas matrizes de coeficientes técnicos “A” que, quando alteradas – mantendo a demanda final constante – provocam mudanças substanciais na matriz inversa de Leontief e na produção (Jilek, 1971). Setores que contêm vários CIs são considerados dinâmicos. Economias que evoluem ao longo do tempo exibem uma crescente divisão do trabalho e, conseqüentemente, um número crescente de CIs (Forssell, 1988).

Essa abordagem qualitativa foi empregada em conjunto com as decomposições da inversa de Leontief, desenvolvidas por Miyazawa (1966), para investigar a capacidade setorial de difundir tecnologia e examinar quais setores são fundamentais nesse processo. O presente artigo baseia-se fortemente nas contribuições de Miyazawa (1966, 1971), Sonis e Hewings (1993) e García-Muñiz et al. (2007). Ademais, Diamond (1976) enfatiza a necessidade de averiguar os diferentes papéis que setores chave desempenham na economia. Buscamos identificar os setores que contêm um número substancial de coeficientes importantes, considerando dois níveis de intensidade tecnológica – baixo e médio-alto – com base na classificação oficial da OCDE (2008).

Utilizamos a matriz de insumo-produto regional da Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (SEFAZ/RS, 2024) para o ano de 2019. Com essa matriz, decompondo o impacto setorial na rede econômica, analisamos em termos de intensidade tecnológica e em termos dos efeitos de feedback internos, externos e intergrupos.

Este estudo pode lançar luz sobre o padrão qualitativo da difusão de informação e conhecimento, destacando os setores importantes na economia regional. A investigação sobre os papéis dos setores foi central para nosso estudo. Existem alguns estudos que aplicam o

método de Miyazawa para outros países, como Guo et al. (1999) para a China e suas regiões, Okuyama et al. (1999) para o Japão, Hewings et al. (2002) para a área de Chicago, entre outros. No entanto, até onde sabemos, falta um estudo empírico e mesoeconômico sobre a difusão tecnológica e de influência setorial utilizando a técnica desenvolvida por Miyazawa para o Estado do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, o presente artigo tenta preencher uma lacuna importante na literatura.

Este artigo contém três seções adicionais. Na seção seguinte, uma breve revisão da literatura é apresentada. A metodologia e os dados são apresentados na Seção 3. As duas seções restantes exibem os resultados e as conclusões.

2. Economia de Insumo-Produto Qualitativa e Técnicas de Miyazawa: Uma Revisão

A estrutura econômica fundamental do país pode ser avaliada por meio de uma análise de um conjunto de atividades interligadas por setas. A estrutura básica em constante mudança é derivada da evolução de novas conexões e da destruição de antigas. A análise qualitativa de insumo-produto (Em inglês, QIOA) serve para rastrear essas mudanças. Normalmente, grafos são usados para mostrar as inter-relações entre os setores. Um grafo orientado, que mostra a direção dos impulsos de demanda, é conhecido na literatura como dígrafo (Gosh e Roy, 1998). Na terminologia das redes, um vértice representa um setor e uma aresta refere-se a uma ligação.

O método quantitativo de insumo-produto de Leontief aprimorou de maneira crucial a compreensão da estrutura interindustrial das economias. Seu estudo sobre os Estados Unidos da América abriu novas possibilidades para pesquisas futuras (Leontief, 1986).

Estudos adicionais focaram nos aspectos qualitativos da estrutura econômica. Esses estudos tentaram capturar as ligações setoriais chave da economia, com o objetivo de examinar a estrutura básica das economias. Schintke e Staglin (1988) buscaram as atividades-chave de uma região por meio de uma investigação dos elementos da matriz dos coeficientes técnicos (A). Seu procedimento envolvia encontrar as células da matriz “A” que, quando alteradas, causavam grandes mudanças na matriz de Leontief e na produção, mantendo a demanda final constante. As entradas das matrizes “A” que provocam mudanças profundas nas produções brutas setoriais são conhecidas na literatura como Coeficientes Importantes (CIs).

A QIOA e os CIs são complementares e exibem as conexões interindustriais, destacando a interação entre as atividades. A identificação de CIs pode ser empregada em conjunto com procedimentos convencionais (por exemplo, o algoritmo RAS) para projetar tabelas de insumo-produto para o futuro (Aroche-Reyes, 1996). Ademais, a QIOA e os CIs podem ser usados em conjunto com a técnica de decomposição de Miyazawa (García-Muñoz et al., 2007) para enfatizar os efeitos de *feedback* entre setores.

Existem poucos estudos empíricos que aplicaram a QIOA em conjunto com os CIs. Aroche-Reyes (1996) utilizou a teoria dos grafos e essas técnicas para investigar a evolução da estrutura produtiva do México de 1970 a 1980. Em seu estudo, as matrizes compreendiam 22 setores. Ele descobriu que o número de coeficientes importantes aumentou no México durante o período mencionado.

Gosh e Roy (1998) aplicaram métodos semelhantes para estudar a economia da Índia. Eles aplicaram a estática comparativa para analisar a estrutura produtiva em 1984 e 1990. Encontraram uma estrutura econômica dinâmica durante a década de 1980. As maiores variações

no número de CIs ocorreram nos setores de infraestrutura e comunicações. No mesmo sentido, Aroche-Reyes (2002) buscou CIs na estrutura econômica do Canadá, dos Estados Unidos e do México. Ele utilizou as tabelas de transações dos anos 1990 em sua análise. Seu argumento era de que a integração dos países da América do Norte foi um processo desequilibrado. Ele descobriu que o México era o país menos integrado desse grupo.

Voltando à técnica de Miyazawa, quatro estudos podem ser mencionados. Fritz et al. (1998) estudaram a interação entre as atividades poluidoras e não poluidoras na região de Chicago. Eles utilizaram uma série temporal de tabelas de insumo-produto para avaliar os multiplicadores internos e externos. Seus resultados revelaram o papel chave da mudança estrutural na determinação dos níveis de poluição na região.

Okuyama et al. (1999) utilizaram a técnica de Miyazawa para estudar a economia do Japão. A preocupação deles foi investigar o impacto econômico inter-regional de desastres naturais e o processo de reconstrução. Eles encontraram importantes efeitos de transbordamento através do comércio inter-regional. Concluíram que o processo de reconstrução teve um impacto forte em outras regiões japonesas devido aos efeitos dos multiplicadores externos.

Outros estudos utilizaram essa técnica para outras regiões. Por exemplo, Guo et al. (1999) analisaram a interação entre atividades de manufatura e não-manufatura nas cidades chinesas. Costa e Neves (2018) aplicaram a técnica de decomposição proposta por Miyazawa para analisar o fenômeno da desindustrialização no Brasil de 2000 a 2015. Eles descobriram que a desindustrialização no Brasil é menos intensa do que geralmente se argumenta.

Por fim, mas não menos importante, García-Muñiz et al. (2007) aplicaram a abordagem QIOA em conjunto com a técnica de Miyazawa para estudar a região europeia no ano de 1995. Eles descobriram que os setores de baixa tecnologia estavam altamente integrados. Apresentaram efeitos internos e de feedback que contribuem para fomentar o desenvolvimento econômico. De maneira geral, os setores relacionados à infraestrutura e à manufatura reduziram sua importância, enquanto os setores de serviços exerceram uma forte influência na estrutura produtiva.

3. METODOLOGIA

Esta seção introduz o modelo e o conjunto de dados utilizados. Primeiramente, apresentamos a metodologia para a decomposição da matriz de Leontief, desenvolvida por Miyazawa (1966), e a análise qualitativa de insumo-produto. Os antecedentes do modelo são Miyazawa (1966), Schintke e Staglin (1988), Aroche-Reyes (1996) e García-Muñiz et al. (2007). Em seguida, apresentamos a classificação que separa as atividades em dois grupos de intensidade tecnológica: baixa (inclui média-baixa e média tecnologia) e média-alta (inclui também alta tecnologia).

3.1 O Método de Miyazawa para Decomposição de Matrizes

A análise qualitativa de insumo-produto (Em inglês, QIOA) pode ser estendida, utilizando as contribuições de Miyazawa, para selecionar os coeficientes importantes (CIs) para uma dada região. É possível detectar as conexões importantes internas, externas e seus efeitos de feedback para cada grupo distinto da economia. Nesse sentido, podemos explorar

as especificidades de como calcular (e decompor) a relação/influência dentro e entre grupos de setores que compartilham uma característica semelhante.

Em seu estudo seminal, Miyazawa (1966) decompôs a matriz inversa de Leontief em efeitos internos, externos e de feedback intergrupar. No seu modelo, a dependência e a interdependência podem ser reveladas. Ele separou a matriz em dois grupos amplos: bens industriais e bens de serviço. Aqui, nosso objetivo é separar a matriz inversa entre atividades de baixa (incluindo média-baixa) e média-alta (incluindo média e alta) intensidade tecnológica. Esta seção se baseia fortemente em Sonis e Hewings (1999) e García-Muñoz et al. (2007).

Partindo do modelo de demanda de Leontief (1941), podemos apresentar a decomposição de Miyazawa para atividades de tecnologia baixa e média-alta conforme segue. Usando matrizes particionadas, podemos separar a matriz de tecnologia (A) na seguinte matriz em blocos:

$$A = \begin{pmatrix} A_{LL} & A_{LM} \\ A_{ML} & A_{MM} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{LL} & 0 \\ A_{ML} & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & A_{LM} \\ 0 & A_{MM} \end{pmatrix} = A_L + A_M. \quad (1)$$

Onde A_{LL} representa a matriz quadrada de insumos diretos dentro das atividades de baixa intensidade tecnológica, A_{MM} é a matriz que mostra as transações dentro do grupo de tecnologia média-alta. A_{ML} e A_{LM} são matrizes retangulares que apresentam os insumos diretos demandados pelas atividades de baixa intensidade tecnológica e média-alta, respectivamente. Observe que a demanda (F) e a produção (X) podem também ser desagregadas em seus componentes tecnológicos.

De maneira semelhante, a matriz inversa de Leontief (B) pode ser decomposta. Nesse sentido, o modelo de demanda de Leontief pode ser expresso da seguinte forma:

$$\begin{pmatrix} X_L \\ X_M \end{pmatrix} = (I - A)^{-1} \begin{pmatrix} F_L \\ F_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{LL} & B_{LM} \\ B_{ML} & B_{MM} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_L \\ F_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{LL}F_L + B_{LM}F_M \\ B_{ML}F_L + B_{MM}F_M \end{pmatrix} \quad (2)$$

onde B_{LL} e B_{MM} representam as partes da matriz de Leontief que compreendem, respectivamente, os setores de baixa tecnologia e média-alta.

A equação (2) pode ser estendida, conforme apresentado abaixo, usando a fórmula de Schur (Schur, 1917; Sonis e Hewings, 1993). Isso permite mostrar os multiplicadores de feedback interno, externo e intersetorial.

$$B = \begin{pmatrix} B_{LL} & B_{LL}A_{LM}B_M \\ B_{MM}A_{ML}B_L & B_{MM} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Onde B_L e B_M são as matrizes inversas de Leontief para esses dois grupos separados, conhecidos como multiplicadores internos (Miyazawa, 1966 e 1971). Eles representam os efeitos de propagação interindustrial dentro de cada grupo de setores. Em outras palavras, revelam os efeitos de feedback intragrupo.

$$B_L = (I - A_{LL})^{-1} \quad (4)$$

$$B_M = (I - A_{MM})^{-1} \quad (5)$$

A produção autônoma (H) de cada grupo de intensidade tecnológica pode ser calculada a partir dos multiplicadores internos de Miyazawa ($H_L = B_L F_L$ e $H_M = B_M F_M$). Essa produção é independente do nível de atividade que ocorre no outro grupo tecnológico.

As matrizes intragrupo e intergrupo revelam dependência e interdependência. O efeito intergrupo é expresso nas matrizes abaixo.

$$P_L = A_{ML} B_L \quad (6)$$

$$P_M = B_L A_{LM} \quad (7)$$

$$T_L = A_{LM} B_M \quad (8)$$

$$T_M = B_M A_{ML} \quad (9)$$

Essas matrizes exibem os efeitos induzidos entre os grupos (setores de tecnologia baixa e média-alta). Nesse sentido, P_L denota a matriz (multiplicador) que mostra os insumos das atividades de tecnologia baixa para as de tecnologia média-alta, induzidos pela propagação interna dos efeitos da atividade econômica dentro do grupo de baixa tecnologia; P_M representa a matriz multiplicadora que indica a propagação interna no grupo de baixa tecnologia induzida por transações de baixa para média tecnologia; T_L refere-se ao multiplicador de insumos de baixa para média tecnologia, induzido pela atividade interna nas atividades de média tecnologia; e T_M indica o multiplicador da propagação interna no grupo de alta tecnologia, induzido pelas transações de média-alta para baixa tecnologia.

Passando para os efeitos externos, podemos estender as expressões acima para encontrar os multiplicadores da matriz externa de Miyazawa para os dois grupos.

$$\Delta_{LL} = (I - P_M T_M)^{-1} = (I - B_L A_{LM} B_M A_{ML})^{-1} = (I - Z_1)^{-1} \quad (10)$$

$$\Delta_{MM} = (I - T_M P_M)^{-1} = (I - B_M A_{ML} B_L A_{LM})^{-1} = (I - Z_2)^{-1} \quad (11)$$

Finalmente, os efeitos de feedback intergrupos devem ser estimados. Eles mostram a auto influência das transações de um dos grupos através do outro grupo. Estes são derivados utilizando os complementos de Schur (Schur, 1917). Os complementos de Schur seguem abaixo.

$$S_L = A_{LL} + A_{LM} B_M A_{ML} \quad (12)$$

$$S_M = A_{MM} + A_{ML} B_L A_{LM} \quad (13)$$

Essa auto influência é determinada pelas equações abaixo.

$$D_L = (I - S_L)^{-1} \quad (14)$$

$$D_M = (I - S_M)^{-1} \quad (15)$$

Por fim, de acordo com Sonis e Hewings (1993), a decomposição da matriz de Leontief de Miyazawa pode ser expressa por uma fórmula multiplicativa:

$$B = (I - A)^{-1} = \begin{pmatrix} \Delta_{LL} & 0 \\ 0 & \Delta_{MM} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I & B_L A_{LM} \\ B_M A_{ML} & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B_L & 0 \\ 0 & B_M \end{pmatrix}, \quad (16)$$

onde os termos mais à direita da equação representam os efeitos externos, de feedback intersetorial e internos, respectivamente. Para mais detalhes, consulte Sonis e Hewings (1993).

3.2 O Método Qualitativo de Insumo-Produto

A análise qualitativa de insumo-produto (QIOA), em conjunto com o conceito de Coeficientes Importantes (CIs), pode ser utilizada para estudar as inter-relações setoriais dentro de uma região econômica.

Para identificar esses coeficientes importantes (células), foi seguido um procedimento padrão na literatura. O processo calcula os CIs e pode ser descrito em quatro estágios. Em primeiro lugar, é necessário obter a matriz de coeficientes técnicos (A) e a matriz de Leontief (B) para o ano de 2019 do Rio Grande do Sul. Conforme o mencionado, essas matrizes foram fornecidas pela Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (SEFAZ/RS, 2024).

Em segundo lugar, a técnica padrão foi seguida para selecionar os coeficientes importantes (Aroche-Reyes, 1996, 2002). Nesse sentido, é necessário criar uma matriz usando a Equação 17 (Miller e Blair, 1985). Este estágio envolve o cálculo dos coeficientes para cada transação interindustrial.

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij}[b_{ji} + (b_{ii}/x_i)x_j]} \quad (17)$$

Sendo:

a_{ij} = um elemento da matriz de coeficientes técnicos (A);

b_{ji} = um elemento da matriz inversa de Leontief (B);

x_i = a produção do setor i;

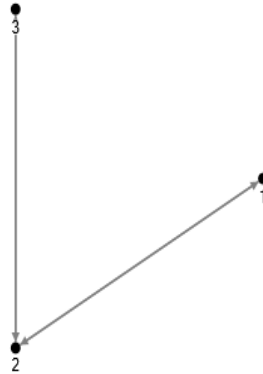
x_j = a produção do setor j.

Em terceiro lugar, um filtro exógeno é aplicado na matriz r_{ij} para gerar uma matriz binária contendo apenas zeros e uns. Isso é chamado de matriz Booleana (ou Matriz de Adjacência), denotada por W. O filtro é definido para ser igual a 0,20, ou seja, 20% (Gosh e Roy, 1998; Aroche-Reyes, 1996), seguindo a literatura padrão. Valores das entradas da matriz R (que contém todos os r_{ij}) menores que este filtro são denominados CIs. Assim, eles são definidos como iguais a 1, indicando fortes ligações intersetoriais. As demais ligações menos importantes são iguais a zero.

Em quarto lugar, a matriz Booleana é representada graficamente como um grafo orientado. Este grafo exibe as redes na economia regional. Por exemplo, a matriz N relata a estrutura de uma economia hipotética. Como mencionado, as células iguais a 1 destacam a existência de um CI.

N =	Sectors	Agriculture (1)	Industry (2)	Services (3)
	Agriculture (1)	0	1	0
	Industry (2)	1	0	1
	Services (3)	1	1	0

Por outro lado, a matriz N pode ser mostrada como um grafo que destaca as ligações estruturais. Uma aresta que emana do setor i para o setor j significa que i é um fornecedor importante de insumos para j. Essa inter-relação pode ser representada por um dígrafo. No exemplo acima, os serviços (3) demandam insumos da agricultura (1).



Seguindo García-Muñiz et al. (2007), os coeficientes importantes para atividades de tecnologia baixa e média-alta podem ser calculados usando as fórmulas apresentadas abaixo. Para mais detalhes e provas, consulte García-Muñiz et al. (2007).

Coeficientes importantes internos

$$r^{int(1)}_{ij} = \frac{1}{a^{11}_{ij}[b^{1}_{ji} + (b^{1}_{ii})h^1_j/h^1_i]} \quad (18)$$

$$r^{int(2)}_{ij} = \frac{1}{a^{22}_{ij}[b^{2}_{ji} + (b^{2}_{ii})h^2_j/h^2_i]} \quad (19)$$

Coeficientes importantes externos

$$r^{ext(1)}_{ij} = \frac{1}{z^1_{ij}[\Delta^1_{ji} + (\Delta^1_{ii})x^1_j/x^1_i]} \quad (20)$$

$$r^{ext(2)}_{ij} = \frac{1}{z^2_{ij}[\Delta^2_{ji} + (\Delta^2_{ii})x^2_j/x^2_i]} \quad (21)$$

Retroalimentação intergrupos

$$r^{inter(1)}_{ij} = \frac{1}{s^1_{ij}[d^1_{ji} + (d^1_{ii})x^1_j/x^1_i]} \quad (22)$$

$$r^{inter(2)}_{ij} = \frac{1}{s^2_{ij}[d^2_{ji} + (d^2_{ii})x^2_j/x^2_i]} \quad (23)$$

3.3 Dados

O conjunto de dados foi obtido da Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul (SEFAZ-RS, 2024). As matrizes compreendem 51 setores.² A agregação das atividades para diferentes intensidades tecnológicas – baixa, média-baixa, média, média-alta e alta – segue a classificação oficial da OCDE (2008). Efetuamos uma agregação adicional a fim de viabilizar os cálculos e análises por meio do método de Miyazawa. Esta consistiu em agrupar as atividades de baixa juntamente com as de média-baixa e média intensidade tecnológica. De forma análoga, agrupamos as atividades de média-alta com as de alta tecnologia. Desse modo, trabalharemos nas estimações com dois grupos ampliados de intensidade tecnológica: baixa, média-baixa e média (grupo 1, contendo 41 atividades) e média-alta e alta (grupo 2, contendo 10 atividades).

O Quadro 1 mostra essa classificação agrupada aplicada aos setores produtivos da economia do Rio Grande do Sul. Além disso, foi utilizado um processo Booleano³ para calcular as matrizes de adjacência. Essas matrizes mostram as ligações que são ilustradas pelo número 1 e a falta de inter-relação, representada por zeros. As Matrizes de Adjacência são apresentadas no apêndice.

² Uma limitação da pesquisa se refere a matriz de insumo-produto do Rio Grande do Sul ser relativamente antiga. Contudo, utilizamos a última matriz oficial disponível para o Rio Grande do Sul para o ano de 2019.

³ A aplicação do filtro é padrão na literatura e segue o método aplicado por Aroche-Reyes (1996, 2002) e Gosh e Roy (1998).

Quadro 1 - Atividades produtivas e seus respectivos graus de intensidade tecnológica, RS.

Atividades	Nível de Intensidade Tecnológica
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	BAIXA*
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	
Produção florestal; pesca e aquicultura	
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	
Extração de outros produtos minerais	
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	
Fabricação e refino de açúcar e outros produtos alimentares (09+10)	
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	
Refino de petróleo e coquerias	
Fabricação de biocombustíveis	
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	
Metalurgia	
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	
Água, esgoto e gestão de resíduos	
Construção	
Comércio por atacado e a varejo	
Transporte terrestre	
Transporte aquaviário	
Transporte aéreo	
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	
Alojamento	
Alimentação	
Serviços de telecomunicações	
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	
Atividades imobiliárias	
Atividades profissionais, científicas e técnicas	
Atividades administrativas e serviços complementares	
Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento públicas, defesa, seguridade social	
Educação e saúde privadas	
Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços	
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	MÉDIA-ALTA**
Fabricação de outros produtos químicos	
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	
Outros serviços de informação	

Fonte: Elaboração dos autores, OCDE (2008).
*Inclui atividade de média e média-baixa tecnologia.
**Inclui atividades de alta tecnologia.

4. RESULTADOS

O uso do método QIOA em conjunto com a contribuição de Miyazawa permite identificar os coeficientes importantes dos setores na estrutura econômica, em termos de seu potencial de impactar e difundir sua influência para o restante da economia. Nesse sentido, os setores pertencentes ao segmento de tecnologia baixa podem ter efeitos internos e externos fortes. O mesmo pode ocorrer para as atividades de tecnologia média-alta. Explorar esses possíveis resultados é o objetivo desta seção.

A Tabela 1 exibe os principais resultados da distribuição dos “limites toleráveis” para os 1.681 coeficientes dos setores de tecnologia de baixa intensidade calculados para 2019. Os números estão separados pelos efeitos internos, externos e de retroalimentação (intergrupais, auto influência). Consideramos como coeficientes importantes aquelas relações/conexões que possuem um limite tolerável menor que 20%, como é usualmente aceito na literatura.

Uma análise da Tabela 1 permite perceber que a maior parte do impacto das atividades de tecnologia baixa na região se difunde internamente e por meio do efeito de retroalimentação. O número de coeficientes importantes, considerando o efeito interno, foi 213, perfazendo uma porcentagem de 12,7% do total. Encontramos 94 coeficientes importantes ao considerarmos o efeito de retroalimentação. Ou seja, a influência se espalha dentro do grupo formado pelos setores de mesmo nível tecnológico. O número de coeficientes não importantes (aqueles com limites toleráveis acima de 100%) está concentrado no efeito externo. O efeito externo das atividades de tecnologia baixa é quase nulo nas atividades de média-alta tecnologia.

Tabela 1 - Distribuição de frequências dos limites toleráveis para as matrizes de coeficientes tecnológicos de atividades de baixa intensidade tecnológica para o Rio Grande do Sul em 2019.

Intervalo r	2019					
	Interno		Externo		Retroalimentação	
	Frequência	Frequência acumulada	Frequência	Frequência acumulada	Frequência	Frequência acumulada
$r < 10$	168 (10,0)	168 (10,0)	1 (0,0)	1 (0,0)	53 (3,1)	53 (3,1)
$10 \leq r < 20$	45 (2,7)	213 (12,7)	3 (0,2)	4 (0,3)	41 (2,5)	94 (5,6)
$20 \leq r < 50$	96 (5,7)	309 (18,4)	3 (0,2)	7 (0,4)	98 (5,8)	192 (11,4)
$50 \leq r < 100$	104 (6,2)	413 (24,6)	5 (0,3)	12 (0,7)	120 (7,2)	312 (18,6)
$r > 100$	1.268 (75,4)	1.681 (100)	1669 (99,3)	1681 (100)	1369 (81,4)	1681 (100)

Fonte: Aroche-Reyes (1996), García-Muñiz et al. (2007) e estimativas do autor.

Especificamente, as atividades de tecnologia baixa podem impactar o desempenho de seu grupo (12,7%). Elas podem aumentar a conexão dentro do grupo. Uma influência inferior é observada no efeito de retroalimentação (5,6%). No entanto, a maioria dos coeficientes para este segmento são não importantes ($r > 100$). Resultados semelhantes foram encontrados para o grupo de média-alta tecnologia, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição de frequências dos limites toleráveis para as matrizes de coeficientes tecnológicos de média-alta intensidade tecnológica para o Rio Grande do Sul em 2019.

Intervalo r	2019					
	Interno		Externo		Retroalimentação	
	Frequência	Frequência acumulada	Frequência	Frequência acumulada	Frequência	Frequência acumulada
$r < 10$	4 (4,0)	4 (4,0)	0	0	3 (3,0)	3 (3,0)
$10 \leq r < 20$	5 (5,0)	9 (9,0)	1 (1,0)	1 (1,0)	5 (5,0)	8 (8,0)
$20 \leq r < 50$	10 (10,0)	19 (19,0)	4 (4,0)	5 (5,0)	13 (13,0)	21 (21,0)
$50 \leq r < 100$	8 (8,0)	27 (27,0)	7 (7,0)	12 (12,0)	13 (13,0)	34 (34,0)
$r > 100$	73 (73,0)	100 (100)	88 (88,0)	100 (100)	66 (66,0)	100 (100)

Fonte: Aroche-Reyes (1996), García-Muñoz et al. (2007) e estimativas do autor.

Para detectar os setores dinâmicos de uma economia, é necessário verificar quais setores contêm os maiores números de coeficientes importantes. A Tabela 3 mostra os resultados dos coeficientes importantes para as atividades de tecnologia baixa. A primeira coluna da Tabela 3 apresenta os nomes dos setores. As colunas 3, 4 e 5 exibem, respectivamente, os efeitos internos, externos e de retroalimentação.

Os setores que mostram maior influência sobre toda a estrutura são: Comércio por atacado e a varejo, Construção, Transporte terrestre, Fabricação e refino de açúcar e outros produtos alimentares, Intermediação financeira, seguros e previdência e Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca. Eles apresentaram efeitos internos e de sinergia. Esses setores são importantes para impulsionar a atividade econômica. A difusão da tecnologia dentro do grupo e seu efeito de retroalimentação são cruciais para disseminar a tecnologia. Essas atividades são tradicionais na região e apresentam uma vantagem comparativa relativamente consolidada.

Tabela 3 - Coeficientes importantes para os setores de tecnologia baixa.

Atividades de baixa* intensidade tecnológica	Interno	Externo	Retroalimentação
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	7	1	3
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	9	0	2
Produção florestal; pesca e aquicultura	7	0	1
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	6	0	0
Extração de outros produtos minerais	1	0	0
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	8	0	5
Fabricação e refino de açúcar e outros produtos alimentares	8	0	7
Fabricação de bebidas	4	0	1
Fabricação de produtos do fumo	9	0	2
Fabricação de produtos têxteis	3	0	1
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	6	0	1
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	7	0	2

Atividades de baixa* intensidade tecnológica	Interno	Externo	Retroalimentação
Fabricação de produtos da madeira	5	0	2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	2	0	2
Impressão e reprodução de gravações	7	0	1
Refino de petróleo e coquerias	5	0	3
Fabricação de biocombustíveis	4	0	0
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	4	1	1
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	3	0	2
Metalurgia	3	0	2
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	2	0	2
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	6	0	3
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	4	0	0
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	1	0	1
Água, esgoto e gestão de resíduos	1	0	0
Construção	9	0	8
Comércio por atacado e a varejo	15	1	14
Transporte terrestre	9	1	6
Transporte aquaviário	3	0	0
Transporte aéreo	4	0	0
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	2	0	0
Alojamento	3	0	0
Alimentação	5	0	1
Serviços de telecomunicações	5	0	1
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	8	0	4
Atividades imobiliárias	3	0	0
Atividades profissionais, científicas e técnicas	4	0	3
Atividades administrativas e serviços complementares	4	0	2
Administração, educação, saúde, pesq. e desenvolv. públicas, defesa, seg. social	7	0	5
Educação e saúde privadas	6	0	4
Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços	4	0	2

Fonte: Aroche-Reyes (1996), García-Muñiz et al. (2007) e estimativas do autor.

*Inclui atividades de média-baixa e baixa intensidade tecnológica.

As quatro atividades de média-alta intensidade tecnológica com maior impacto sobre a estrutura produtiva total são: Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros, Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças, Outros serviços de informação e Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos.

Em conjunto, eles têm potencial para difundir informações e tecnologia através de seu impacto na economia. Sua influência é predominantemente interna e sua sinergia é captada pelo efeito de retroalimentação.

No entanto, o impacto externo dos setores é quase nulo, o que indica o isolamento dos dois grupos na economia gaúcha. Ou seja, há certa dualidade na economia local, sendo os impulsos produtivos em um setor quase totalmente absorvidos dentro do grupo.

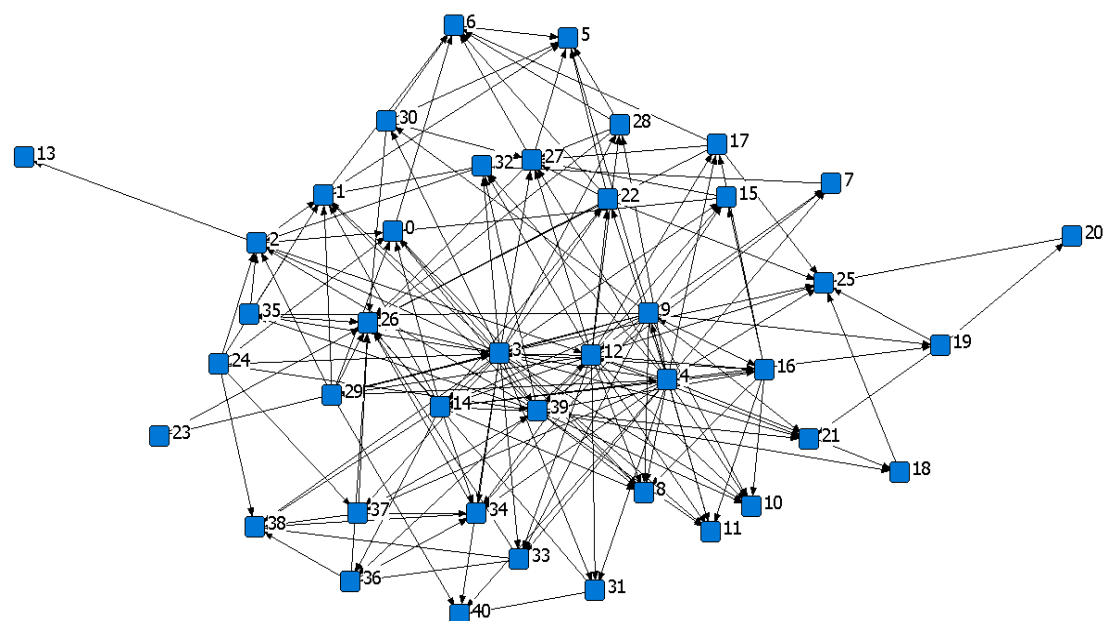
Tabela 4 - Coeficientes importantes para os setores de tecnologia média-alta.

Atividade de média-alta* intensidade tecnológica	Interno	Externo	Retroalimentação
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	1	1	3
Fabricação de outros produtos químicos	0	0	0
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1	0	0
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0	0	0
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	1	0	0
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	1	0	1
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	2	0	2
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0	0	0
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1	0	0
Outros serviços de informação	2	0	2

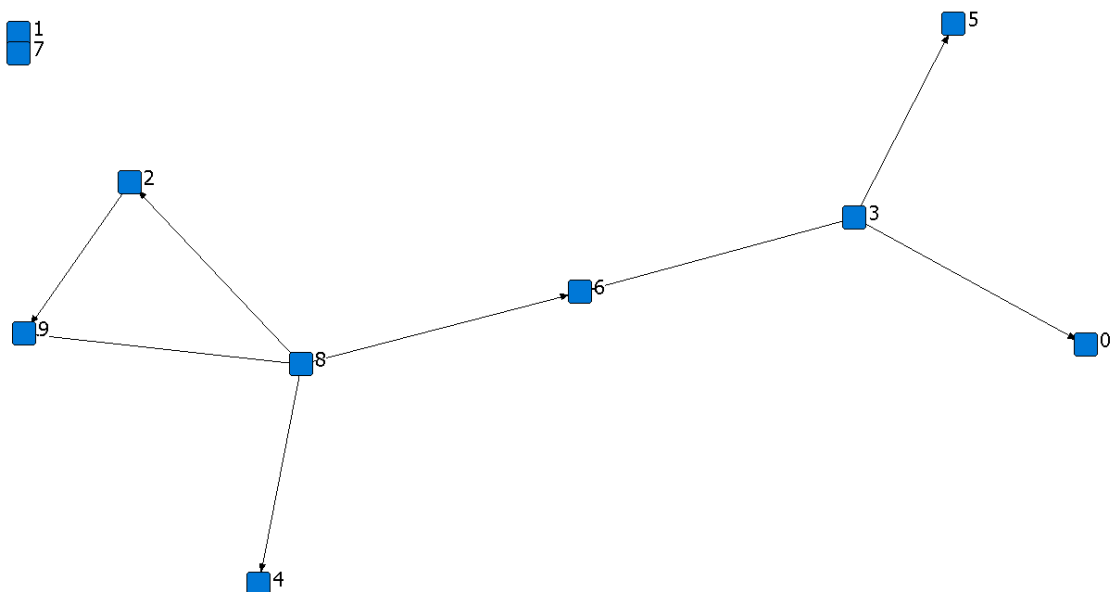
Fonte: Aroche-Reyes (1996), García-Muñiz et al. (2007) e estimativas do autor.

*Inclui atividades de alta intensidade tecnológica.

As interconexões entre os setores de um dado nível de intensidade tecnológica são essenciais para avaliar como estão interconectados com outras atividades. A Figura 1 mostra a estrutura fundamental para o efeito interno dos grupos de tecnologia baixa e média-alta. A partir da análise da Figura 1, podemos perceber que as atividades de baixa tecnologia são mais densas e integradas do que as de média-alta. O grupo de tecnologia baixa contém diversos setores que conectam toda a estrutura do grupo, conforme mostrado na figura 1.



(a)



(b)

Figura 1. Estrutura econômica fundamental para o efeito interno de atividades de baixa tecnologia (a) e de tecnologia média-alta (b) em 2019.**

Nota: a lista dos setores está disponível no Quadro 1.

A Figura 2 apresenta um efeito de retroalimentação altamente integrado para o grupo de baixa tecnologia. As Figuras 1 e 2 apresentam uma capacidade superior das atividades de baixa tecnologia para espalhar seu impacto na estrutura econômica global. Note que o efeito de retroalimentação das atividades de baixa tecnologia tem uma menor densidade quando comparado ao efeito interno do mesmo grupo. Elas podem difundir uma maior quantidade de informações e tecnologia do que o grupo de tecnologia média-alta no Rio Grande do Sul. As atividades de baixa tecnologia representam setores-chave com vantagem comparativa que devem ser incentivados para evitar uma performance econômica pífia.

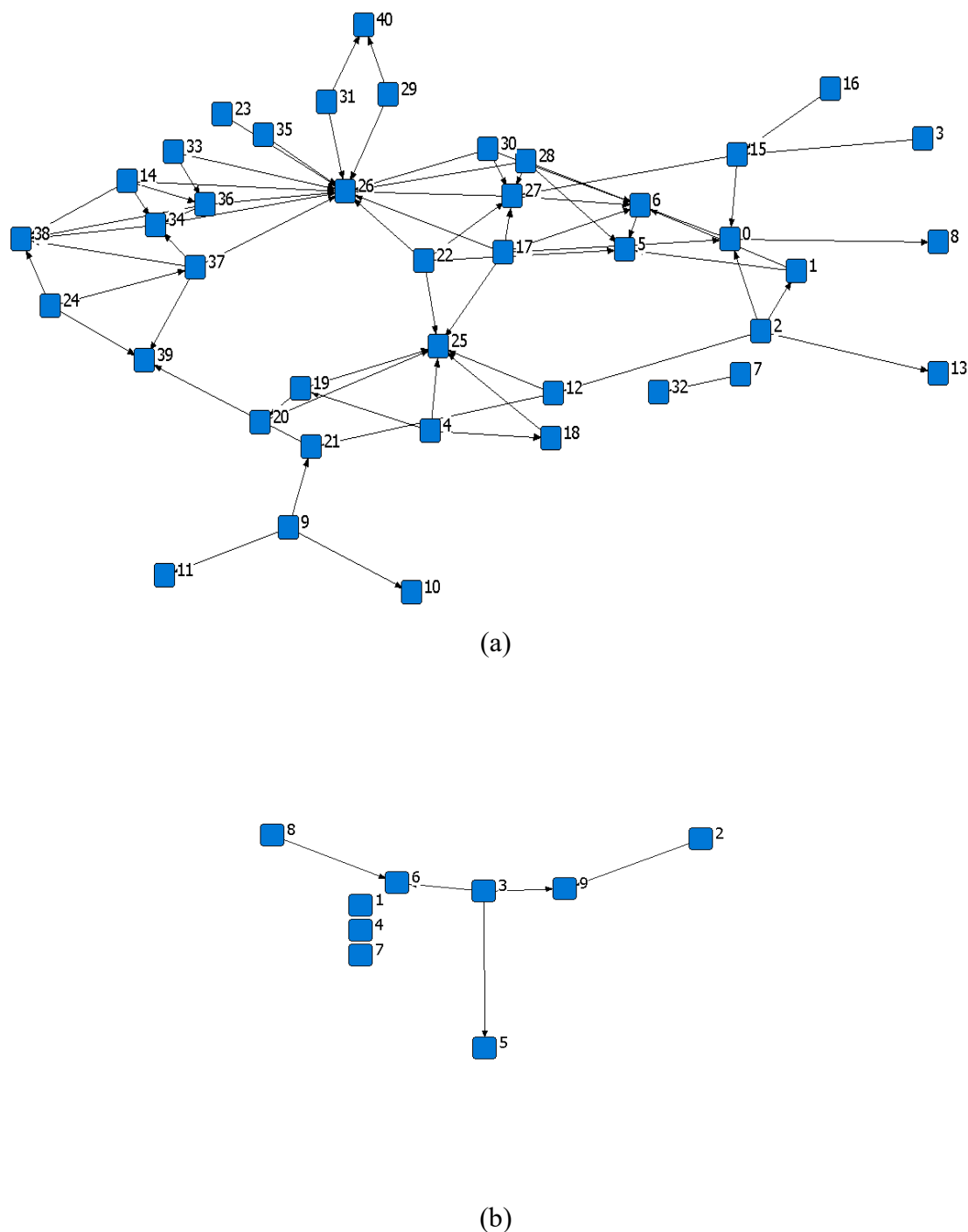


Figura 2. Estrutura econômica fundamental para o efeito de retroalimentação de atividades de baixa tecnologia (a) e de tecnologia média-alta (b) no RS em 2019.

Tabela 5 - Resumo dos setores importantes para as atividades de baixa e média-alta tecnologia no Rio Grande do Sul em 2019.

Low-tech sectors*	Mid-high tech sectors**
Comércio por atacado e a varejo	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
Construção	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças
Transporte terrestre	Outros serviços de informação
Fabricação e refino de açúcar e outros produtos alimentares	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos

Fonte: Aroche-Reyes (1996), García-Muñiz et al. (2007) e estimativas do autor.

*Inclui atividades de média-baixa e média intensidade tecnológica.

**Abarca atividades de alta intensidade tecnológica.

De maneira geral, atividades relacionadas à manufatura e aos serviços são centrais ao desenvolvimento. Nossos resultados são aderentes aos encontrados por Jacinto e Ribeiro (2015). Eles mostraram que os serviços têm o potencial de impulsionar o crescimento da produção. Ademais, Kon (2003, 2013) sugere que os serviços podem promover o crescimento da produção, pois possuem importantes vínculos produtivos, demandando insumos da manufatura.

Os resultados estimados mostram, portanto, uma forte capacidade das atividades de baixa tecnologia de difundir informações na rede. É um grupo altamente integrado e denso. O segmento de tecnologia média-alta é esparsa e polarizado. Isso pode sugerir possíveis limitações para o crescimento econômico sustentável se recursos escassos forem direcionados apenas para estimular essas atividades. A estratégia econômica deve também enfatizar as atividades de baixa tecnologia. Isso poderia ajudar a impulsionar a atividade econômica, alcançando um crescimento rápido no curto prazo. Isto impõe um desafio para as políticas industriais tradicionais na medida em que é necessário estimular diversos segmentos de diferentes intensidades tecnológicas da economia de forma a evitar o “estrangulamento” do processo de crescimento econômico.

5. CONCLUSÕES

Este artigo aplicou o conceito de coeficientes importantes da literatura de insumo-produto qualitativo (Aroche-Reyes, 1996) e o método de Miyazawa (1966) para decompor matrizes e detectar os setores cruciais do Rio Grande do Sul em 2019, em termos da difusão de sua influência e impacto no restante da economia. Empregando esse método, conseguimos selecionar as atividades com maior capacidade de difundir informações e inovações.

Os resultados indicam que as atividades de baixa tecnologia têm um nível destacado de eficiência para difundir sua influência dentro da rede. Seu impacto na estrutura produtiva é superior ao do segmento de atividades de tecnologia média-alta. As primeiras são altamente interconectadas, mostrando alta densidade. As últimas apresentam um grafo esparsa, que não se relacionam fortemente entre si. Nesse sentido, fomentar as atividades de baixa tecnologia é crucial para manter o crescimento econômico no Rio Grande do Sul.

No entanto, os resultados devem ser interpretados no curto/médio prazo, já que nossa matriz oficial de insumo-produto é relativamente antiga — de 2019. Portanto, os resultados devem ser interpretados com cautela. Apesar da relevância dos resultados, futuras pesquisas devem investigar o potencial de difusão do conhecimento e influência produtiva nas diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul. Uma análise espacial poderia contribuir para entender melhor a dinâmica da região. Futuras pesquisas devem tentar preencher essa lacuna.

Os resultados, portanto, recomendam que as políticas governamentais devem estimular os setores de baixa tecnologia com capacidade para difundir sua influência dentro da economia no curto/médio prazo. É importante impulsionar a atividade econômica nos setores com vantagens comparativas. Simultaneamente, atividades de tecnologia média-alta podem ser gradualmente estimuladas para impulsionar o crescimento.

REFERÊNCIAS

AROCHE-REYES, F. Cambio tecnico y cambio estructural. La Hipótesis de coeficientes decrecientes. Pruebas estadísticas con datos para México. *Estudios Económicos*, v. 10, n. 2, p. 147-162, 1995.

AROCHE-REYES, F. Important coefficient and structural change: a multi-layer approach. *Economic Systems Research*, v. 8, n. 3, p. 235-246, 1996.

AROCHE-REYES, F. Structural transformation and important coefficients in the North American Economies. *Economic Systems Research*, v. 14, n. 3, p. 257-273, 2002.

COSTA, K. G. V.; NEVES, F. F. Padrões de interdependência setorial da estrutura produtiva brasileira entre 2000 e 2015: uma análise insumo-produto a partir da decomposição da matriz de Leontief. In: 46 ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2018. Anais eletrônicos..., Rio de Janeiro: ANPEC, 2018.

DASGUPTA, S.; SINGH, A. Will services be the new engine of Indian economic growth? *Development and Change*, v. 36, n. 6, p. 1035–57, 2005.

DIAMOND, J. Key sectors in some underdeveloped countries: A comment. *Kyklos*, v. 4, p. 672–74, 1976.

DIETZENBACHER, E., LUNA, R. I., NIELS BOSMA. Using average propagation lengths to identify production chains in the Andalusian economy. *Estudios de Economía Aplicada*, v. 23, n. 2, 405–422, 2005.

FORSSEL, O. Growth and the changes in the structure of the Finish economy in the 1960s and 1970s. In: CIASCHINI, M. (Ed.) *Input-output analysis, current developments*. New York, 1988.

FRITZ, M. O.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Miyazawa analysis of interactions between polluting and non-polluting sectors. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 9, n. 3, p. 289-305, 1998.

GARCÍA MUÑIZ, A. S.; AROCHE REYES, F.; RAMOS CARVAJAL, C. Determinación de coeficientes importantes por niveles tecnológicos: una aproximación desde el modelo de Miyazawa. *Investigaciones Económicas*, v. 31, n. 1, p. 161-190, 2007.

GONÇALVES, E.; FERREIRA-NETO, A. B. Intersectoral flows of technological knowledge in emerging countries: an input-output analysis. *Revista de la Cepal*, n. 118, p. 139-155, 2016.

GOSH, S.; ROY, J. Qualitative input-output analysis of the Indian economic structure. *Economic Systems Research*, v. 10, n. 3, p. 263-274, 1998.

GUO, J.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. An analysis of internal and external linkages of manufacturing and non-manufacturing industries: application to Chinese metropolitan economies. In: HEWINGS, G. J. D.; SONIS, M.; MADDEN, M.; KIMURA, Y. (Eds.) *Understanding and interpreting economic structure*. New York, 1999.

JILEK, J. The selection of most important input coefficients. *Economic Bulletin for Europe*, v. 23, n. 1, p. 86-105, 1971.

KON, A. Atividades Terciárias: induzidas ou indutoras do desenvolvimento econômico? In: FERRAZ, J.C., CROCCO, M. e ELIAS, L.A., *Liberalização econômica e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Futura, 2003.

KON, A. Atividades dos serviços como indutoras do desenvolvimento. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Políticas*, nº 34, p. 57-87, 2013.

LEONTIEF, W. *Input-Output Economics*. New York: Oxford University Press, 1986.

MARQUETTI, A. A.; HOFF, C. (2018). A economia gaúcha e as formas de articulação com a economia nacional: uma análise dos anos 2000. In: IX ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 9., 2018. *Anais eletrônicos...*, Porto Alegre: EEG, 2018.

MARTINEZ, T. S. Método RAWS/RAW para estimação anual da matriz de insumo-produto na referência 2000 das contas nacionais. *Revista Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)*, v. 46, n. 2, p. 79-124, 2016.

MILLER, R. E., BLAIR, P. D. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

MILLER, R.E.; P.D. Blair (2009). *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*. New York: Cambridge University Press, 2009.

MIYAZAWA, K. Internal and External Matrix Multipliers in the Input-Output Model. *Hitotsubashi Journal of Economics*, v. 7, n. 1, p. 38-55, 1966.

MIYAZAWA, K. An analysis of the interdependence between service and goods-producing sectors. *Hitotsubashi Journal of Economics*, v. 12, n. 1, p. 10-21, 1971.

MOHNEN, P. International R & D Spillovers and Economic Growth. Mimeo, Université du Québec a Montreal, February, 1999.

MONTOYA, M. A.; PASQUAL, C.; BOGONI, N. As relações intersetoriais do setor de produção de energia na economia gaúcha no período de 1998 e 2003: uma análise insumo-produto. *Análise Econômica*, v. 32, n. 61, p. 215- 244, 2014.

NALI, J. S. Agricultura e integração industrial no Brasil. *Revista Ensaios FEE*, v. 9, n. 2, p. 46-63, 1988.

OCAMPO, J.A.; C. Rada; L. Taylor. *Growth and policy in developing countries: a structuralist approach*. New York: Columbia University Press, 2009.

OECD. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2008, OECD Publishing, 2008. doi: 10.1787/sti_scoreboard-2003-en.

OKUYAMA, Y.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. Economic Impacts of an unscheduled, disruptive event: A Miyazawa multiplier analysis. In: HEWINGS, G. J. D.; SONIS, M.; MADDEN, M.; KIMURA, Y. (Eds.) Understanding and interpreting economic structure. New York, 1999.

SÁ, R. de (Org.). Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul: 2008. Porto Alegre: FEE, 2014. Disponível em: <<http://www.fee.tche.br>>. Acesso em: dez. 2014.

SCHINTKE, J.; STAGLIN, R. Important input coefficients in market transaction tables and production flows tables. In: CIASCHINI, M. (Ed.) Input-output analysis, current developments. New York, 1988.

SCHERER, F.M. Interindustry technology flows and productivity growth. *Review of Economics and Statistics*, v. 64, n. 4, p. 627-34, 1982.

SCHUMPETER, J. Capitalism, Socialism and Democracy. London: Harper & Brothers, 1942.

SCHUR, I. Über Potenzreihen, die im Innern des Einheitskreises beschränkt sind. *J. Reine und Angew. Math.*, v. 1917, n. 147, p. 205-232, 1917.

SEFAZ/RS. Secretaria da Fazenda do Rio Grande do Sul. Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul de 2019.

Disponível em: <https://dee.rs.gov.br/matriz-insumo-produto>

SONIS, M.; HEWINGS, G. J. Hierarchies of Regional Sub-Structures and their Multipliers within Input-Output Systems: Miyazawa Revisited. *Hitotsubashi Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 33-44, 1993.

VON ARNIM, R.; RADA, C. Labour productivity and energy use in a three-sector model: an application to Egypt. *Development and Change*, v. 42, n. 6, p. 1323-48, 2011.

WOLFF, E.N. Spillovers, Linkages and Technical Change. *Economic Systems Research*, v. 9, n. 1, p. 9-23, 1997.

YAN, C.; AMES, E. Economic interrelatedness, *Review of Economic Studies*, v. 32, n. 4, p. 299-310, 1965.