

O Efeito da Regionalização nos Impactos Econômicos do BDMG em Minas Gerais

Izak Carlos da Silva¹
Bruno Inácio da Silva²
Érico Andrade Grossi³
Marco Antônio Silva Azevedo⁴

Resumo

O artigo analisa os impactos econômicos dos desembolsos do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) entre 2019 e 2024, comparando duas abordagens metodológicas: a matriz regional de insumo-produto (MIP Regional) e a nova matriz inter-regional (MIP inter-regional), desagregada para as 13 regiões intermediárias do estado. O objetivo é avaliar como a regionalização influencia a precisão das estimativas de impacto sobre variáveis como produção, emprego, renda, valor adicionado e arrecadação de ICMS.

A análise demonstra que a matriz inter-regional oferece estimativas mais precisas e detalhadas, revelando que a abordagem agregada subestima os efeitos dos desembolsos em quatro das cinco variáveis analisadas. A exceção é o emprego, cuja estimativa é superavaliada pela MIP regional. Isso se deve à capacidade da nova matriz de capturar as especificidades produtivas e os encadeamentos econômicos das regiões.

Os resultados mostram que os impactos dos desembolsos do BDMG são distribuídos de forma desigual pelo território mineiro, refletindo a heterogeneidade estrutural e produtiva do estado. Regiões com maior dinamismo econômico e encadeamentos produtivos mais robustos, como Belo Horizonte, Uberlândia e Patos de Minas, apresentam impactos mais expressivos. Por outro lado, regiões como Teófilo Otoni e Governador Valadares tem efeitos mais modestos, embora com potencial de crescimento via investimentos produtivos.

A MIP inter-regional também revela que os empregos gerados apresentam salários médios 9% superiores aos estimados pela MIP regional, e que o impacto sobre a arrecadação de ICMS é, em média, 166,5% maior. Esses resultados reforçam a importância de incorporar a dimensão territorial nas avaliações de impacto de políticas públicas e investimentos.

O estudo conclui que a regionalização é essencial para o aprimoramento das estratégias de financiamento do BDMG, permitindo uma alocação mais eficiente dos recursos e contribuindo para o desenvolvimento equilibrado de Minas Gerais.

Palavras-chaves: Desenvolvimento Regional, Matriz Insumo-Produto, Impactos econômicos BDMG.

¹ Economista-chefe do BDMG.

² Economista do BDMG.

³ Economista do BDMG.

⁴ Estagiário do BDMG

Área de submissão: Localização e Concentração das Atividades Econômicas.

Código JEL: O210, R120, R110.

Abstract

The article analyzes the economic impacts of disbursements by the Development Bank of Minas Gerais (BDMG) between 2019 and 2024, comparing two methodological approaches: the regional input-output matrix (Regional Matrix) and the new interregional matrix (Interregional Matrix), disaggregated for the 13 intermediate regions of the state. The objective is to assess how regionalization influences the accuracy of impact estimates on variables such as output, employment, income, value added, and ICMS tax revenue.

The analysis shows that the interregional matrix provides more accurate and detailed estimates, revealing that the aggregated approach underestimates the effects of disbursements in four out of the five variables analyzed. The exception is employment, which is overestimated by the regional matrix. This is due to the new matrix's ability to capture the productive specificities and economic linkages of the regions.

The results indicate that the impacts of BDMG's disbursements are unevenly distributed across the territory of Minas Gerais, reflecting the structural and productive heterogeneity of the state. Regions with greater economic dynamism and stronger productive linkages, such as Belo Horizonte, Uberlândia, and Patos de Minas, show more significant impacts. On the other hand, regions like Teófilo Otoni and Governador Valadares experience more modest effects, although they have growth potential through productive investments.

The interregional matrix also reveals that the jobs generated have average wages 9% higher than those estimated by the regional matrix, and that the impact on ICMS tax revenue is, on average, 166.5% greater. These results reinforce the importance of incorporating the territorial dimension in the impact assessments of public policies and investments.

The study concludes that regionalization is essential for improving BDMG's financing strategies, enabling a more efficient allocation of resources and contributing to the balanced development of Minas Gerais.

Keywords: Regional Development, Input-Output Matrix, BDMG Economic Impacts
Submission Area: Location and Concentration of Economic Activities
JEL Codes: O210, R120, R110

1) Introdução

Avaliar os impactos econômicos de políticas públicas e investimentos é um imperativo cada vez mais presente na agenda de desenvolvimento, especialmente em contextos marcados por restrições fiscais, assimetrias regionais e elevada heterogeneidade estrutural. Em um cenário como o brasileiro, caracterizado por vastas disparidades territoriais e setoriais, a mensuração dos efeitos de políticas e desembolsos públicos é fundamental para assegurar alocação eficiente de recursos e maximização do retorno socioeconômico.

No caso dos bancos de desenvolvimento, essa avaliação torna-se ainda mais estratégica, uma vez que essas instituições não apenas operam como agentes financeiros, mas também como

indutores do crescimento regional equilibrado, da transformação produtiva e da promoção de externalidades positivas de longo prazo.

O Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), ao atuar como catalisador de investimentos no estado, assume papel central na estruturação de projetos e políticas voltadas ao desenvolvimento sustentável das diversas regiões mineiras. Para garantir que sua atuação seja efetiva e alinhada às necessidades específicas dos territórios, é indispensável que o banco disponha de instrumentos capazes de medir, com acurácia e detalhamento, os impactos econômicos de seus desembolsos.

Avaliações generalistas ou pouco desagregadas podem obscurecer efeitos importantes, subestimando a real contribuição da instituição para o dinamismo econômico local. A análise de impactos, contudo, exige o uso de ferramentas metodológicas adequadas, que permitam capturar as complexas interações entre setores e regiões. Dentre os métodos disponíveis, a análise de insumo-produto (MIP) se destaca pela capacidade de mapear os encadeamentos intersetoriais e estimar efeitos multiplicadores sobre produção, emprego e renda.

Avanços computacionais e metodológicos ocorridos nas últimas décadas têm permitido o desenvolvimento de matrizes inter-regionais de insumo-produto, as quais incorporam, com maior precisão, as trocas econômicas entre regiões subnacionais. Esse avanço é particularmente relevante em estados como Minas Gerais, cuja diversidade produtiva e assimetrias regionais requerem abordagens analíticas que reflitam sua complexidade territorial.

Recentemente, foi desenvolvida uma matriz inter-regional de insumo-produto com abertura para as 13 regiões intermediárias de desenvolvimento de Minas Gerais, o que representa um importante avanço na capacidade de análise dos efeitos regionais e setoriais de choques e políticas públicas no estado. Essa nova ferramenta possibilita avaliações mais detalhadas dos impactos econômicos, considerando as interações entre as regiões e respeitando as particularidades produtivas e estruturais de cada território.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo medir os impactos econômicos dos desembolsos do BDMG no estado de Minas Gerais entre 2019 e 2024, comparando os resultados obtidos a partir de uma matriz regional de insumo-produto com aqueles obtidos com a nova matriz inter-regional. A hipótese central é que a maior desagregação espacial da matriz inter-regional permitirá mensurar com mais precisão os efeitos dos investimentos, capturando de forma mais acurada a heterogeneidade regional e setorial da economia mineira e os distintos impactos da atuação do banco em diferentes territórios.

Para isso, serão utilizadas simulações com ambas as matrizes — regional e inter-regional — a fim de comparar os efeitos estimados dos desembolsos do BDMG sobre indicadores econômicos como produção, emprego, renda e valor adicionado. A análise buscará demonstrar que a modelagem inter-regional, por incorporar fluxos econômicos entre as 13 regiões intermediárias do estado, permite identificar externalidades cruzadas e potenciais sinergias que modelos mais agregados não captam.

Assim, o artigo contribui para a literatura aplicada de avaliação de impactos, oferecendo evidências empíricas e metodológicas sobre os ganhos da adoção de instrumentos analíticos mais detalhados na formulação e no monitoramento de políticas públicas de desenvolvimento regional.

Além desta breve introdução, este trabalho conta com mais quatro seções. Uma breve revisão de literatura será feita na segunda seção, os métodos e a base de dados utilizada serão apresentados na terceira seção, enquanto a quarta seção discorrerá sobre os resultados e, por fim, as conclusões serão apresentadas na quinta seção.

2) Matriz Inter-Regional de Insumo-Produto e Impactos Econômicos

A modelagem inter-regional de insumo-produto é uma ferramenta fundamental na análise econômica, permitindo a avaliação detalhada das interações entre os diversos setores de uma economia. Iniciadas na década de 1950 por Isard (1951), Chenery (1953) e Moses (1955) a estimação dos fluxos inter-regionais avançou significativamente na década de 1960, com Leontief e Strout (1963) incorporando equações gravitacionais nas estimativas de correntes de comércio inter-regionais e intersetoriais. Essa base teórica, somadas aos testes empíricos de Miller (1969), constituem os fundamentos para a estimação de sistemas inter-regionais de insumo-produto.

Sonis et al. (2000) ressaltam que a inclusão de mais detalhes regionais e setoriais reduz os vieses nas estimativas dos efeitos multiplicadores da economia, o que é fundamental para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Haddad e Domingues (2001) compararam os impactos econômicos utilizando matrizes regionais de diferentes níveis de desagregação e concluíram que matrizes mais detalhadas proporcionam estimativas mais precisas dos efeitos econômicos locais.

Na mesma direção, Dietzenbacher et al. (2013) argumentam que a desagregação setorial na MIP melhora significativamente a capacidade preditiva dos modelos de impacto econômico, permitindo uma melhor mensuração das externalidades geradas por investimentos específicos.

No Brasil, o desenvolvimento e a aplicação de métodos de regionalização e estimação de matrizes insumo-produto concentraram-se nos últimos 30 anos, com destaque para Haddad e Hewings (1998), Haddad (1999) e Guilhoto e Sesso Filho (2005), em linha com Miler e Blair (1985) e Hulu e Hewings (1993). Algumas aplicações de regionalização de matrizes insumo-produto para o Brasil podem ser encontradas em Domingues e Haddad (2002), Porsse et al. (2003) e Haddad e Júnior (2017).

Recentemente, Furtado et al. (2023) desenvolveram uma metodologia para a regionalização da MIP que considera as particularidades produtivas de cada região, aprimorando a identificação de setores-chave e a previsão de impactos econômicos e ambientais.

A análise insumo-produto possibilita mapear as relações intersetoriais, permitindo quantificar os impactos de choques econômicos e políticas públicas na produção, no emprego e na renda (Miller & Blair, 2009; Guilhoto & Sesso Filho, 2005). Dessa forma, sua aplicação é especialmente relevante na avaliação de impactos econômicos de políticas públicas e no dimensionamento dos efeitos potenciais de investimentos. Por meio da MIP, é possível identificar como alterações em determinado setor reverberam nos demais, fornecendo uma visão abrangente dos efeitos multiplicadores na economia (Miller & Blair, 2009; Guilhoto & Sesso Filho, 2005).

Diversos estudos utilizaram a MIP para avaliar os impactos econômicos de políticas públicas. Loest (2009) utilizou um simulador baseado na MIP para avaliar os impactos da cadeia produtiva da madeira, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas para o setor florestal. No mesmo sentido, Kalluf e Kureski (2014) aplicaram a análise de insumo-produto à economia paranaense, identificando setores-chave e avaliando os impactos de políticas públicas nos encadeamentos produtivos e nos multiplicadores setoriais.

No que se refere à avaliação de investimentos, há vasta literatura econômica sobre a utilização da MIP com esse propósito. Recentemente, Sessa e Casotto (2018) mensuraram os impactos econômicos dos investimentos anunciados para o Espírito Santo entre 2011 e 2016, utilizando a MIP para avaliar o potencial de crescimento setorial decorrente desses investimentos. Os

autores concluíram que, caso todos os investimentos se concretizassem, o impacto na economia capixaba seria significativo.

Sobreira (2021) destacou a importância de análises regionais ao estudar os impactos da indústria da construção civil em Minas Gerais, utilizando a MIP para avaliar as interações setoriais e os efeitos multiplicadores na economia local. Na mesma direção, Melo (2024) analisou os impactos dos investimentos diretos no Brasil entre 2010 e 2021, utilizando a MIP para examinar efeitos sobre o PIB, emprego e massa salarial em diversos setores da economia, concluindo que os investimentos *greenfield* tiveram um impacto positivo relevante no crescimento econômico.

Para bancos de desenvolvimento, avaliar os impactos econômicos e sociais de suas operações é essencial para assegurar a eficácia de suas políticas de investimentos. Com esse objetivo, Ferraz et al. (2018) avaliaram a influência dos financiamentos do BNDES no desempenho econômico das empresas brasileiras, utilizando a MIP para identificar os efeitos indiretos do crédito sobre a cadeia produtiva. Os autores concluíram que os financiamentos tiveram um impacto positivo na produção e na geração de empregos.

Ribeiro et al. (2019) utilizaram a MIP para analisar os efeitos do financiamento público na infraestrutura, verificando impactos expressivos sobre a produtividade e o crescimento econômico. Da Silva et al. (2020) aplicaram a MIP para avaliar os impactos dos investimentos do BNDES no setor industrial, concluindo que houve um efeito multiplicador significativo no emprego e na renda.

Outros estudos também destacam a importância da MIP para mensuração dos impactos da atuação dos bancos de desenvolvimento. Garcia et al. (2022) exploraram o impacto dos investimentos do Banco do Nordeste, evidenciando que a MIP permite identificar encadeamentos produtivos e maximizar os retornos socioeconômicos dos desembolsos realizados. Figueredo et al. (2024) analisaram os impactos dos financiamentos do BNDES destinados a micro e pequenas empresas durante a pandemia de COVID-19, utilizando a MIP para mensurar efeitos sobre emprego e renda. A análise revelou que os empréstimos concedidos tiveram impactos positivos no número de empregos apoiados, no valor adicionado, no PIB, nos impostos e nos salários, contribuindo para mitigar os efeitos da pandemia na economia.

Além da MIP, existem metodologias alternativas para a avaliação de impactos econômicos *ex-ante*. Dixon e Rimmer (2002) utilizaram modelos de equilíbrio geral computável (EGC) para analisar os impactos de reformas fiscais na economia australiana, concluindo que políticas tributárias podem ter efeitos distributivos significativos. Hertel et al. (2010) aplicaram um modelo EGC global para avaliar os impactos das mudanças climáticas no comércio internacional, demonstrando que choques ambientais podem alterar significativamente a estrutura de produção e comércio dos países.

Utilizando modelos econométricos, Pesaran et al. (2001) empregaram séries temporais para avaliar os impactos de choques macroeconômicos sobre o crescimento econômico, evidenciando a importância de variáveis estruturais para previsões acuradas. Heckman et al. (1999) usaram métodos econométricos de inferência causal para analisar programas de qualificação profissional nos Estados Unidos, concluindo que políticas bem desenhadas podem melhorar substancialmente a empregabilidade e os salários dos trabalhadores. Mais recentemente, Bourguignon e Pereira (2003) combinaram modelos de equilíbrio geral com microdados de domicílios para analisar o impacto de políticas redistributivas no Brasil, evidenciando que programas sociais podem reduzir desigualdades de forma eficaz.

3) Metodologia

a. Estratégia Empírica e Base de Dados

Para trabalhar essas questões, calculamos os impactos econômicos dos desembolsos do BDMG, de 2019 a 2024, utilizando uma matriz regional de insumo-produto do estado de Minas Gerais e uma matriz inter-regional de insumo-produto, aberta para as regiões intermediárias do estado de Minas Gerais.

A matriz regional de insumo-produto foi produzida pela Fundação João Pinheiro, com abertura de 57 setores e com ano base de 2015. Com base na matriz regional de insumo-produto, foram realizados choques de demanda final sobre a produção, os empregos, a renda, o valor adicionado e a arrecadação de ICMS.

Comparativamente, realizou-se o mesmo choque de demanda final sobre a produção, os empregos, a renda, o valor adicionado e a arrecadação de ICMS utilizando como base uma matriz insumo-produto inter-regional, com ano-base de 2019, aberta para as 13 regiões intermediárias do estado de Minas Gerais e desagregada para 42 setores econômicos. A matriz inter-regional também foi produzida pela Fundação João Pinheiro.

O choque de demanda final, em ambas as matrizes, foi construído com base nos desembolsos do BDMG, desagregados para cada setor econômico de cada região, se aplicável, e a preços constantes de dezembro de cada ano. Adicionalmente, os desembolsos do BDMG foram tratados, por tipo de operação, e agrupados nas subcategorias de crédito para “Investimento”, para “Capital de Giro” e “Rural”.

b. Matriz Insumo-Produto (MIP) e Modelos Aberto de Insumo-Produto

A matriz insumo-produto (MIP), proposta por Wassily Leontief (1936), é um instrumento contábil que descreve as inter-relações entre os diversos setores de uma economia. Ela permite identificar como a produção de cada setor depende do consumo intermediário dos demais setores e da demanda final.

No modelo clássico de Leontief, considera-se uma economia com n setores. A produção total de cada setor é dada pela soma da demanda intermediária e da demanda final (MILLER E BLAIR, 2009):

$$x = Ax + y \tag{1}$$

Onde x é o vetor ($n \times 1$) da produção total, A é a matriz ($n \times n$) de coeficientes técnicos e y é o vetor ($n \times 1$) da demanda final.

A solução algébrica é dada por:

$$x = (I - A)^{-1}y \tag{2}$$

Em que $(I - A)^{-1}$ é a conhecida matriz inversa de Leontief.

c. Modelo Insumo-Produto Fechado para a Renda das Famílias

O modelo insumo-produto pode ser fechado para a renda das famílias, mimetizando a ideia de que a renda gerada no processo produtivo é parte da demanda endógena. Conforme Miller e

Blair (2009), define-se um vetor de distribuição da renda (w) e uma matriz de consumo das famílias (C) que relaciona o montante de renda (f) com a demanda de cada setor da economia.

No vetor coluna $C_{n \times 1}$, cada elemento c_i representa a parcela da renda das famílias gasta no setor i . Assim, o consumo das famílias é determinado como Cf . A renda das famílias, em contrapartida, é endogenamente determinada, sendo função da produção total e da distribuição intersetorial da renda, dada por (MILLER E BLAIR, 2009):

$$f = w^T x \quad (3)$$

O modelo insumo-produto fechado para a renda das famílias pode ser expresso em sua forma matricial por (MILLER E BLAIR, 2009):

$$\begin{bmatrix} x \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & C \\ w^T & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ f \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Com base em na equação (4), é possível encontrar a solução do modelo fechado de Leontief, expresso como (GUILHOTO E SESSO FILHO, 2005):

$$\begin{bmatrix} x \\ f \end{bmatrix} = \left(I - \begin{bmatrix} A & C \\ w^T & 0 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} y \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

d. Modelo de Insumo-Produto Inter-Regional

Quando a matriz insumo-produto está aberta para duas ou mais regiões, tem-se um modelo insumo-produto inter-regional. Para duas regiões (R1 e R2), o modelo inter-regional aberto pode ser expresso como (MILLER E BLAIR, 2009):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

No qual cada elemento subscrito 1 refere-se a região 1 e cada elemento subscrito 2 refere-se a região 2. A solução desse modelo insumo-produto é análoga ao obtido em (2).

e. Modelo Inter-Regional Fechado para o Consumo das Famílias (IRIO)

No modelo inter-regional de insumo-produto fechado para o consumo das famílias, adiciona-se a geração e o consumo de renda das famílias nas duas regiões. Nesse contexto, sejam w_1 e w_2 os vetores de distribuição de renda regional e C_{11} , C_{12} , C_{21} e C_{22} as matrizes de consumo inter e intra-regional, que relacionam a renda das famílias de uma região com o consumo nos diversos setores de ambas as regiões:

A estrutura da matriz de coeficientes técnicos de produção ampliada, \bar{A} , será expressa como (MILLER E BLAIR, 2009):

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & C_{11} & C_{12} \\ A_{21} & A_{22} & C_{21} & C_{22} \\ w_1^T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_2^T & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

O sistema pode ser expresso como:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} = \bar{A} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Com base em (7) e (8) podemos encontrar a solução geral para o modelo inter-regional de insumo-produto com a renda das famílias endógenas, que é dada como (GUILHOTO E SESSO FILHO, 2005):

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} = (I - \bar{A})^{-1} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (9)$$

f. Choque de Demanda Final

Com base nos modelos regional e inter-regional de insumo-produto, é possível encontrar o efeito da variação exógena na demanda final por meio do choque de demanda final, definido como uma variação exógena no vetor y .

A nova produção é dada pela diferença entre o novo equilíbrio e o equilíbrio original e a solução para o modelo fechado de insumo-produto é (GUILHOTO E SESSO FILHO, 2005):

$$\Delta z = (I - \bar{A})^{-1} \Delta y \quad (10)$$

Em que z representa o vetor ampliado x e f , Δz é o vetor de choque contendo a variação na demanda final.

No modelo inter-regional de insumo-produto fechado para o consumo das famílias, a solução é análoga e pode ser expressa por (MILLER E BLAIR, 2009):

$$\Delta z_{IRIO} = (I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta y_{IRIO} \quad (11)$$

i. Multiplicador de Produção (Faturamento)

Um choque de demanda final afeta diretamente a produção dos setores econômicos, provocando uma série de encadeamentos intersetoriais. No contexto da matriz insumo-produto fechada, esse impacto é computado considerando os efeitos diretos, indiretos (via compras interindustriais) e induzidos (via consumo das famílias). A nova produção total resultante do choque pode ser obtida da seguinte forma:

$$\Delta x = (I - A - Cw^T)^{-1} \Delta y \quad (12)$$

Nesse contexto, considera-se que a renda das famílias é função da produção, conforme descrito em (3) e que o consumo depende dessa renda Cf . Para o modelo inter-regional fechado, com duas ou mais regiões, a estrutura ampliada da matriz permite estimar o impacto do choque considerando os fluxos inter-regionais de bens, renda e consumo. A produção total ajustada nas duas regiões será:

$$\Delta \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = (I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

- ii. Multiplicadores: emprego, renda, produção (faturamento), valor adicionado e arrecadação de ICMS

Os multiplicadores de emprego, de renda, de produção (faturamento), de valor adicionado e de arrecadação de ICMS avaliam os efeitos diretos, indiretos e induzidos de um choque de demanda final na economia. A partir da solução algébrica apresentada em (10) e (11) é possível estimar as variações em Δy que impactam as variáveis econômicas de interesse.

Seja e um vetor linha de dimensão $(1 \times n)$ que representa os empregos diretos por unidade de produção em cada setor de cada região. O total de empregos gerados direta e indiretamente por um choque de demanda final é expresso, em suas formas regional e inter-regional, como:

$$\Delta E = e \Delta x = e(I - \bar{A})^{-1} \Delta y \quad (14.a)$$

$$\Delta E_{IRIO} = e \Delta x = e(I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta y_{IRIO} \quad (14.b)$$

De modo análogo, o impacto sobre a renda das famílias advindo do mesmo choque de demanda final é captado pelo vetor w^T . A variação total na renda, em suas formas regional e inter-regional, é:

$$\Delta f = w^T \Delta x = w^T (I - \bar{A})^{-1} \Delta y \quad (15.a)$$

$$\Delta f_{IRIO} = w^T \Delta x = w^T (I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta y_{IRIO} \quad (15.b)$$

Seja Π o vetor linha de dimensão $(1 \times n)$ que representa o valor adicionado em cada setor de região. O efeito do choque exógeno de demanda final sobre o valor adicionado, em suas formas regional e inter-regional, é:

$$\Delta \Pi = \Pi \Delta x = \Pi (I - \bar{A})^{-1} \Delta y \quad (16.a)$$

$$\Delta \Pi_{IRIO} = \Pi \Delta x = \Pi (I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta y_{IRIO} \quad (16.b)$$

O efeito do choque de demanda final sobre o ICMS (ϕ) pode ser obtido a partir de um vetor linha de dimensão $(1 \times n)$ com a arrecadação setorial e regional de ICMS, em suas formas regional e inter-regional, por meio de:

$$\Delta \phi = \phi \Delta x = \phi (I - \bar{A})^{-1} \Delta y \quad (17.a)$$

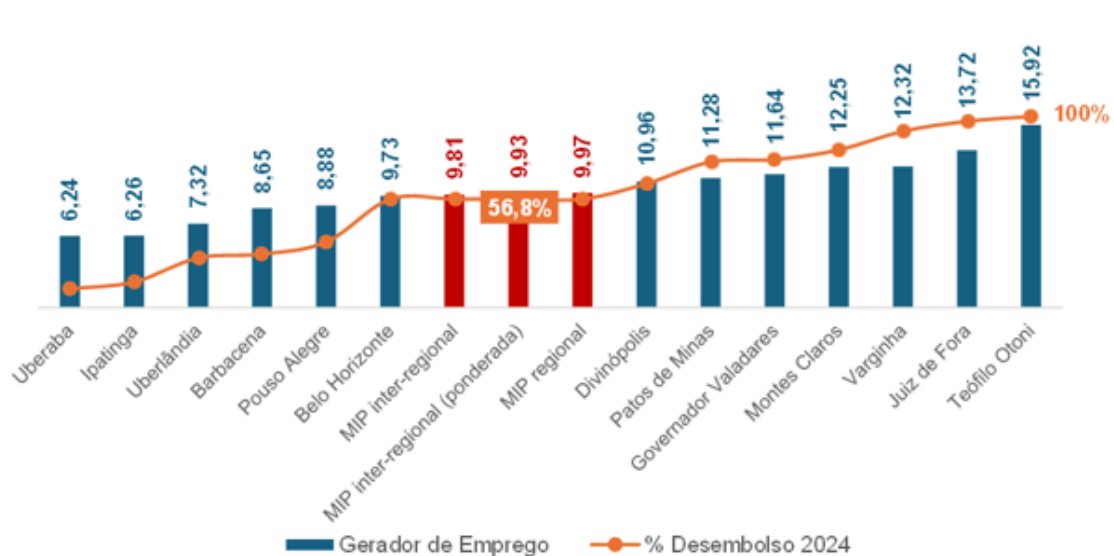
$$\Delta \phi_{IRIO} = \phi \Delta x = \phi (I - \overline{A_{IRIO}})^{-1} \Delta y_{IRIO} \quad (17.b)$$

Assim, de (14.a) e (14.b) a (17.a) e (17.b), temos a solução para os efeitos do mesmo choque de demanda final exógeno sobre as variáveis de interesse de emprego, renda, valor adicionado e arrecadação de ICMS nas versões regional e inter-regional do modelo fechado para o consumo das famílias, respectivamente.

4) Resultados

A aplicação de choques de mesma magnitude em ambas as matrizes possibilitou comparar a acurácia dos métodos. Para exemplificar a relevância do método regionalizado, a distribuição acumulada dos desembolsos feitos pelo BDMG para cada uma das macrorregiões mineiras foi reproduzida no gráfico 1, bem como seus geradores para as Matrizes Insumo-Produto (MIPs) avaliadas.

Gráfico 1 - Gerador de Empregos para as Macrorregiões



Fonte e Elaboração: BDMG

Em primeiro lugar, foi possível verificar que ao regionalizar as estruturas econômicas, a nova matriz indicou que havia subestimação dos impactos em quatro das cinco variáveis pesquisadas. Isto ocorre devido às diferenças de encadeamentos produtivos tanto entre as regiões, quanto entre os setores produtivos dentro de cada região. A variável emprego foi a única que apresentou menor impacto.

Para a variável emprego a matriz regional superestima os resultados de impacto dos desembolsos feitos pelo BDMG, quando comparada com a nova matriz inter-regional. Isto ocorre por dois motivos, o primeiro se refere ao volume de desembolsos destinado para as macrorregiões do estado. A nova matriz consegue captar o percentual de recurso financeiro encaminhado para cada uma das 13 macrorregiões e mensura este impacto. Assim, o resultado para Minas Gerais é o somatório dos resultados encontrados nas macrorregiões. A matriz aberta para duas regiões não conhece o destino dos desembolsos, o resultado apresentado é simplificado e único para todo o estado.

Esses resultados estão alinhados com os estudos de Sonis et al. (2000), Haddad e Domingues (2001) e Dietzenbacher et al. (2013), que confirmam a hipótese da desagregação setorial na MIP como elemento importante na melhoria da capacidade preditiva dos modelos de impacto econômico.

O segundo motivo está ligado à diferença nos geradores de empregos entre as matrizes. Na matriz inter-regional adota-se 13 diferentes geradores, enquanto na matriz regional o valor do gerador é único para Minas Gerais.

Nota-se que o gerador da MIP inter-regional é menor que o valor encontrado para a MIP regional. Adicionalmente, foi possível verificar que, regionalmente, os desembolsos e os impactos em empregos são distribuídos de forma assimétrica pelo território mineiro.

A Tabela 1 apresenta o número de empregos gerados, o percentual de desembolso e o percentual de empregos por macrorregião. As 4 primeiras macrorregiões receberam juntas 56,3% dos desembolsos do BDMG em 2024, no entanto, geraram 52,4% dos empregos. Por outro lado, as quatro últimas receberam 9,3% dos desembolsos e responderam por 10,5% dos empregos no estado.

Tabela 1 - Empregos gerados pelos desembolsos do BDMG em 2024

Macrorregiões	Nº de Empregos	% Desembolso	% Empregos
Belo Horizonte	22.179	22,5%	27,8%
Uberlândia	7.055	12,6%	8,8%
Patos de Minas	7.295	11,4%	9,1%
Uberaba	5.316	9,9%	6,7%
Varginha	7.697	9,7%	9,6%
Divinópolis	6.866	8,1%	8,6%
Pouso Alegre	5.160	6,3%	6,5%
Juiz de Fora	5.789	5,2%	7,3%
Montes Claros	4.066	5,0%	5,1%
Ipatinga	3.035	3,5%	3,8%
Teófilo Otoni	2.679	2,5%	3,4%
Barbacena	1.427	2,0%	1,8%
Governador Valadares	1.230	1,3%	1,5%
Total	79.794	100%	100%

Fonte e Elaboração: BDMG

Essa mudança não é trivial. Se por um lado, antes, utilizava-se a economia de Minas Gerais como uma *proxy* das regiões, buscando aproximar os impactos dos desembolsos em todo o estado aos desembolsos regionalizados, agora, o próprio método desenvolvido indica os resultados com os recortes regionalizados.

Por último, observa-se a diferença de estimação dos impactos na variável emprego para as duas MIPs analisadas. De acordo com a Tabela 2 nota-se que a diferença média dos seis anos pesquisados foi de -6,8%. Pode-se inferir que essa diferença está conectada às discrepâncias nos impactos das macrorregiões e aos diferentes montantes de recursos destinados a cada uma delas.

Tabela 2 – Impactos estimados no Emprego

Variável	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Diferença Média Anual dos Impactos
Empregos	33.735,1	77.734,6	49.857,6	63.016,7	73.829,1	86.965,6	-6,8%
	30.437,2	73.894,0	47.080,2	60.436,3	67.922,5	79.793,9	
Diferença Anual	-9,8%	-4,9%	-5,6%	-4,1%	-8,0%	-8,2%	

	Impacto estimado pela MIP Regional para Minas Gerais
	Impacto estimado pela MIP Inter-regional para Minas Gerais

Fonte e Elaboração: BDMG

O impacto na arrecadação de ICMS também apresentou comportamento distinto entre as duas matrizes. Conforme observa-se na Tabela 3, a diferença média anual é de 166,5%, nos seis anos pesquisados - o mais significativo entre as variáveis.

Tabela 3 – Impactos estimados no ICMS

Variável	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Diferença Média Anual dos Impactos
ICMS (RS milhões)	43,4	105,3	68,8	88,3	96,0	111,9	166,5%
	110,5	304,0	172,6	342,0	193,9	240,8	
Diferença Anual	154,8%	188,7%	151,0%	287,5%	102,1%	115,1%	

	Impacto estimado pela MIP Regional para Minas Gerais
	Impacto estimado pela MIP Inter-regional para Minas Gerais

Fonte e Elaboração: BDMG

A matriz insumo-produto regional é uma fotografia da economia mineira em 2015 e, por isso, reflete a conjuntura econômica daquele período. Ao observar a série histórica do PIB com ajuste sazonal, verifica-se que, em 2019, a economia mineira cresceu mais em arrecadação de impostos do que o nível de atividade econômica. Enquanto a arrecadação de impostos cresceu 4,5% em 2019, comparado com o ano de 2015, o nível de atividade econômica cresceu 1% na mesma base de checagem.

A diferença estrutural da economia mineira nos períodos de construção das duas matrizes explica a discrepância dos impactos estimados no ICMS. Entre 2010 e 2015, Minas Gerais enfrentou uma série de crises e desafios, refletindo tanto em problemas estruturais locais quanto em impactos de crises nacionais e globais. A queda nos preços de *commodities* como minério de ferro, aço e café, entre 2013 e 2015, impactou diretamente a receita estadual, o emprego e os investimentos privados, sobretudo nas regiões mineradoras. O rompimento da barragem da Samarco, em 2015, também trouxe consequências para a economia, principalmente, com a suspensão imediata das atividades da mineradora, interrupção nas exportações, perda de aproximadamente 3.000 empregos diretos e 10.000 indiretos, além da redução em arrecadação pública.

Outro fator é a característica pró-cíclica da arrecadação estadual. O período de 2019 apresentou maior vigor econômico, quando comparado com 2015, impulsionando os depósitos de ICMS. Com isso, os diferentes estágios de desenvolvimento da economia mineira, a arrecadação pró-cíclica e os encadeamentos produtivos associados às crises e às questões estruturais determinaram as diferenças entre as duas matrizes, nos impactos dos desembolsos do BDMG no ICMS em Minas Gerais.

Já a massa salarial incentivada apresenta comportamento semelhante na comparação entre as duas MIPs. A diferença média anual é de 2%, conforme apresentado na Tabela 4.

Apesar de um impacto maior do que o anteriormente estimado, nota-se que não há disparidade significativa entre os valores, o que demonstra robustez dos métodos utilizados.

Tabela 4 – Impactos estimados na Massa Salarial

Variável	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Diferença Média Anual dos Impactos
Massa Salarial (R\$ milhões)	558,519	1.370,4	837,7	1.069,0	1.723,0	1.485,7	2,0%
	569,216	1.384,9	860,1	1.089,9	1.793,1	1.491,2	
Diferença Anual	1,9%	1,1%	2,7%	2,0%	4,1%	0,4%	

Impacto estimado pela MIP Regional para Minas Gerais

Impacto estimado pela MIP Inter-regional para Minas Gerais

Fonte e Elaboração: BDMG

Com o maior impacto na massa salarial e menor impacto no número de empregos, a matriz inter-regional revela que os novos empregos tiveram, em média, salários 9% maiores do que os verificados pela matriz regional. A tabela 5 apresenta a renda dos empregos gerados entre 2019 e 2024.

Tabela 5 – Renda média dos desembolsos do BDMG entre 2019 e 2024

Massa Salarial 2019 (R\$ milhões)	Renda Média	Massa Salarial 2020 (R\$ milhões)	Renda Média	Massa Salarial 2021 (R\$ milhões)	Renda Média	Massa Salarial 2022 (R\$ milhões)	Renda Média	Massa Salarial 2023 (R\$ milhões)	Renda Média	Massa Salarial 2024 (R\$ milhões)	Renda Média
558,5	R\$ 16.556	1.370,4	R\$ 17.629	837,7	R\$ 16.801	1.069,0	R\$ 16.964	1.723,0	R\$ 23.338	1.485,7	R\$ 17.083
569,2	R\$ 18.701	1.384,9	R\$ 18.742	860,1	R\$ 18.270	1.089,9	R\$ 18.035	1.793,1	R\$ 26.399	1.491,2	R\$ 18.688

Impacto estimado pela MIP Regional para Minas Gerais

Impacto estimado pela MIP Inter-regional para Minas Gerais

Fonte e Elaboração: BDMG

A nova matriz ao explorar as regiões permitiu verificar que, além de subestimar 4 dos 5 dados pesquisados, os impactos dos desembolsos do BDMG não são espacialmente distribuídos de forma equânime.

Os números regionalizados permitem verificar que a concentração de desembolsos em regiões com índices de ligação maiores e encadeamentos produtivos mais fortes leva um estímulo maior à economia mineira, com impactos mais significativos.

A matriz inter-regional também mostra que, em média, o faturamento estimulado pelos desembolsos do banco é 10,7% maior, enquanto o valor adicionado bruto estimado na nova metodologia foi de 6,6% maior, em média, no período.

Não é possível comparar os impactos regionais com o método antigo, uma vez que a matriz aberta para Minas Gerais mimetiza a economia do estado para todas as regiões.

Ao sintetizar a economia estadual, ignorando as disparidades regionais, a MIP anterior não é capaz de capturar os efeitos de desembolsos em regiões mais dinâmicas do estado, inferindo, portanto, os efeitos diretos e indiretos dos desembolsos em regiões específicas e levando a resultados diferentes entre as duas metodologias no agregado estadual.

Regiões estruturalmente menos encadeadas ao restante da economia mineira, em geral, se mantém em níveis menores de empregos estimulados, enquanto outras lideraram o ranking de

estímulos. Com essa nova perspectiva, o padrão dos desembolsos do banco mudará os impactos econômicos das concessões, o que não pode ser verificado pela matriz anterior.

A tabela 6 mostra os impactos regionais em valor adicionado. Ao longo dos anos, algumas regiões apresentaram impactos expressivos no valor adicionado. Uberlândia e Patos de Minas tiveram os crescimentos mais notáveis, refletindo uma expansão econômica consistente relacionada a um direcionamento crescente das concessões do BDMG para essas regiões.

Belo Horizonte, Juiz de Fora e Patos de Minas também mantiveram trajetórias ascendentes, consolidando-se como polos regionais fortes. Por outro lado, Governador Valadares e Teófilo Otoni mostraram valores mais baixos e oscilações modestas, sugerindo um impacto mais limitado. Paralelamente os desembolsos do banco para essas regiões se mantiveram em patamar reduzido, em termos comparativos, ao concedido às outras regiões.

Tabela 6 – Valor adicionado dos desembolsos do BDMG às macrorregiões de MG

Macrorregiões	Valor Adicionado (em R\$ milhões)					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Belo Horizonte	314	1.020	578	695	1.000	923
Montes Claros	58	142	85	164	129	154
Teófilo Otoni	17	61	24	51	53	76
Governador Valadares	17	41	16	34	38	47
Ipatinga	29	67	38	62	92	118
Juiz de Fora	94	213	115	154	230	187
Barbacena	24	50	35	36	108	69
Varginha	210	431	308	406	496	331
Pouso Alegre	84	187	151	135	250	215
Uberaba	159	184	129	157	194	263
Uberlândia	96	264	191	151	266	455
Patos de Minas	120	228	171	233	386	378
Divinópolis	63	122	80	158	205	251
Minas Gerais	1.285	3.010	1.920	2.437	3.448	3.467

Fonte e Elaboração: BDMG

Além dessas tendências lineares, algumas regiões exibiram flutuações significativas. Montes Claros e Barbacena apresentaram variações ao longo dos anos, sem um padrão claro de crescimento contínuo. Ipatinga e Uberlândia tiveram aumentos consideráveis, especialmente a partir de 2021, indicando uma possível aceleração econômica ligada aos desembolsos do banco.

Além de verificação geográfica dos desembolsos, a matriz inter-regional, assim como a matriz regional aberta para Minas Gerais, possibilita que sejam verificadas as distribuições dos impactos por tipo de empréstimo, dado o setor de atuação da empresa financiada. A Tabela 7 mostra que para a região de Teófilo Otoni, a qual, em geral, apresenta impactos menos significativos em comparação com as demais regionais, o valor adicionado estimulado pelo BDMG nos últimos anos tem se concentrado em projetos de investimento, o que aumenta a capacidade produtiva e as possibilidades de crescimento econômico para a região.

Tabela 7 – Distribuição percentual dos impactos estimados pelos desembolsos do BDMG em Teófilo Otoni – Variável Valor Adicionado – MIP Inter-regional

Regiões	Valor Adicionado (em R\$ milhões)					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Teófilo Otoni	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Investimento	41,9%	27,6%	41,9%	67,1%	71,0%	55,9%
Rural	11,4%	6,1%	21,1%	10,3%	7,1%	35,3%
Giro	46,7%	66,3%	36,9%	22,6%	22,0%	8,8%

Fonte e Elaboração: BDMG

A heterogeneidade regional do estado de Minas Gerais é determinante para os resultados encontrados. Os grandes centros econômicos têm maior número de encadeamentos produtivos e, por isso, ampliam os impactos gerados pelos desembolsos do BDMG. Por exemplo, algumas regiões são mais voltadas para a mineração e a indústria extrativa, enquanto outras se destacam na agricultura, na produção de bens manufaturados ou no setor de serviços. Essa variedade faz com que os encadeamentos produtivos também sejam diversos, pois cada região tem suas especializações e vantagens competitivas.

Essa heterogeneidade pode fortalecer a economia do estado ao criar uma rede de atividades complementares, mas também apresenta desafios, como a necessidade de políticas específicas para cada região, para potencializar suas forças e superar suas limitações. Assim, entender essa diversidade é fundamental para desenvolver estratégias que promovam o crescimento equilibrado e sustentável de Minas Gerais.

5) Considerações Finais

A literatura econômica é clara ao ressaltar a importância de avaliar, com rigor e profundidade, os impactos econômicos de políticas públicas e investimentos, especialmente no contexto de instituições de fomento. Como destacado por Sonis et al. (2000), Haddad e Domingues (2001) e Dietzenbacher et al. (2013), matrizes de insumo-produto inter-regionais, por sua capacidade de capturar as especificidades setoriais e territoriais, ampliam significativamente a precisão analítica dos modelos de impacto. Essas ferramentas permitem mensurar com maior precisão os efeitos econômicos e reconhecer as assimetrias regionais, os encadeamentos produtivos locais e as interações entre regiões, elementos fundamentais para o desenho de políticas de desenvolvimento mais eficazes.

Neste contexto, o presente artigo preenche uma lacuna relevante na literatura econômica ao avaliar, de forma pioneira e regionalizada, os impactos econômicos dos desembolsos do BDMG no estado, no período de 2019 a 2024. Ao utilizar uma matriz inter-regional de insumo-produto com abertura para as 13 regiões intermediárias de desenvolvimento de Minas Gerais, o estudo alinha-se diretamente à missão do BDMG de promover o desenvolvimento sustentável e equitativo do território mineiro, oferecendo evidências robustas sobre a importância de se incorporar a dimensão territorial nas avaliações de impacto da atuação de bancos de desenvolvimento subnacionais.

Os resultados obtidos indicam que a desagregação regional não apenas aumenta a precisão das estimativas, como também revela impactos econômicos mais amplos dos desembolsos do BDMG, em quatro das cinco variáveis estudadas. Em média, a avaliação regionalizada aponta efeitos -6,8% menores sobre os empregos gerados e 10,7% superiores sobre o faturamento, quando comparada aos resultados obtidos com a matriz regional agregada. Além disso, a renda

e a arrecadação de ICMS também apresentaram variações positivas mais expressivas, reforçando o papel dos desembolsos do BDMG como indutores de atividade econômica local.

A modelagem inter-regional também possibilita uma melhor compreensão da atuação territorial do banco. Enquanto os impactos na região do Triângulo Mineiro estão fortemente vinculados aos desembolsos em crédito rural, a região Norte de Minas tem se beneficiado de um aumento significativo do volume de investimentos, refletindo uma dinâmica econômica distinta e, muitas vezes, impulsionada por projetos de infraestrutura e energia. Essa diferenciação territorial reforça a necessidade de políticas e estratégias de financiamento ajustadas às realidades locais e à vocação produtiva de cada região.

Apesar da contribuição inédita deste estudo, há espaço para avanços futuros. Trabalhos subsequentes podem aprofundar a análise ao desagregar os impactos econômicos regionais por linha de crédito e tipo de financiamento, permitindo a identificação dos principais *drivers* de desenvolvimento em cada região. Por exemplo, seria possível verificar se o crescimento do investimento no Norte do estado está associado à expansão do setor de energia solar fotovoltaica, financiado pelo banco. Além disso, recomenda-se a realização de uma avaliação de impacto *ex-post*, com a mesma granularidade regional, a fim de mensurar os efeitos reais e duradouros dos desembolsos do BDMG sobre o desenvolvimento econômico e social das regiões mineiras. Tal abordagem contribuirá para o aperfeiçoamento contínuo da estratégia de atuação da instituição e para o fortalecimento de políticas públicas regionais baseadas em evidências.

6) Referências Bibliográficas

Bourguignon F. & Pereira L. A., (2003). "The Impact of Economic Policies on Poverty and Income Distribution : Evaluation Techniques and Tools".

Dietzenbacher, E. & Tukker, A. (2013). Global Multiregional Input-Output frameworks: an introduction and outlook.

Dixon, P. B., & Rimmer, M. T. (2002). Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: A Practical Guide and Documentation of MONASH,

Domingues, E. P., & Haddad, E. A. (2002). Matriz inter-regional de insumo-produto Minas Gerais/Resto do Brasil: Estimção e extensão para exportações. Anais do X Seminário sobre a Economia Mineira, Diamantina. BDMG/Fipe.

Figueredo, L. M., Ribeiro, S. M. R., & Silva, C. S. (2024). O Papel do BNDES no apoio às micro e pequenas empresas durante a pandemia do COVID-19: Uma análise a partir do método de matriz de insumo-produto

Fundação João Pinheiro. Fonte Dos Dados Fundação João Pinheiro (FJP). Tabela de recursos e usos e matriz de insumo-produto de Minas Gerais 2016. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/2737-tabela-de-recursos-e-usos-tru-mge-matriz-insumo-produto>. Acesso em 08 de novembro de 2024.

Furtado, J. (2023). Industrial foundations of macroeconomic stability for development.

Guilhoto, J. J., & Sesso Filho, U. A. (2005). Estimção da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais.

Haddad, E. A., & Domingues, E. P. (2001). EFES - um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004.

Haddad, E. A. & Junior, G., Alberto C. & Nascimento, T. (2017). "Matriz Interestadual de Insumo-produto para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS.

Baer, W. , Haddad, E. & Hewings, G. (1998) "The regional impact of neo-liberal policies in Brazil".

Haddad, E. A., & Hewings, G. J. D. (1999). The short-run regional effects of new investments and technological upgrade in the Brazilian automobile industry: An interregional computable general equilibrium analysis.

Haddad, E. A., Júnior, C. A. G., & Nascimento, T. O. (2017). Matriz interestadual de insumo-produto para o Brasil: uma aplicação do método IIOAS..

Heckman, J. J., Lalonde, R. J. & Smith, J. A. (1999). The Economics and Econometrics of Active Labor Market Programs.

Hertel T. W., Burke M. B. & Lobell, D. B. (2010). The poverty implications of climate-induced crop yield changes by 2030.

Hollis B. Chenery. (1953). The Application of Investment Criteria, The Quarterly Journal of Economics.

Hulu, E. & Hewings G. (1993). The development and use of interregional input-output models for Indonesia under conditions of limited information.

Isard, Walter. (1951). "Interregional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy."

Kalluf, S. N., & Kureski, R. (2014). Análise dos impactos na economia paranaense: uma aplicação do modelo Insumo-Produto.

Leontief, W. (1936). "Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States".

Leontief, W., & Strout, A. (1963). Multiregional Input-Output Analysis. In: Barna, T. (eds) Structural Interdependence and Economic Development. Palgrave Macmillan, London.

Melo. A. A. (2024) " Os Impactos Econômicos dos Investimentos Diretos no País (IDP) no Brasil".

Miller, R. E. (1969). Interregional Feedbacks in Input-Output Models: Some Experimental Results.

Miller, R. E. & Blair, P. D. (1985). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions.

Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions.

Moses, L. N. (1955). The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis. *The American Economic Review*.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships

Porsse, A. A., Haddad, E. A., & Ribeiro, E. P. (2003). Estimando uma matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul-restante do Brasil.

Sessa, C. B & Casotto, M. P. (2018) Economia do Insumo-Produto: uma análise de impacto dos investimentos anunciados para o Espírito Santo entre 2011-2016.

Sobreira, G. F. F. (2021). Impactos da indústria da construção civil no estado de Minas Gerais: uma análise via matriz insumo-produto.

Sonis, M., Hewings, G. J. D., & Guo, J. (2000). A new image of classical key sector analysis: Minimum information decomposition of the Leontief inverse.