

---

# ESTIMANDO UMA MATRIZ INTER-REGIONAL DE INSUMO-PRODUTO PARA O MARANHÃO E RESTO DO BRASIL

*Estimating an interregional inputs-outputs matrix for Maranhão and the rest of Brazil*

**Carlos Henrique Candido de Sousa**

Economista. Mestre em Economia. Economista no Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos.  
Edifício Nagib Haickel - Av. Jerônimo de Albuquerque, 1º Andar - Calhau, São Luís, MA, Brasil. CEP: 65070-901. carlos.candido@ufpe.br

---

**Resumo:** Este artigo científico se objetiva à construção da matriz inter-regional de insumo-produto que divide a economia nacional entre Maranhão e Resto do Brasil. A aplicação do método *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS, considerando as Tabelas de Recursos e Usos (TRUs) nacionais de 2019, proporciona a estimação de um sistema de avaliação com 18 setores da economia maranhense no âmbito de fornecer meios técnicos para a tomada de decisão dos agentes econômicos do estado, consistente com o sistema oficial de contabilidade do Brasil. Desse modo, o conjunto de estimações de impactos na produção, no emprego e na renda são os principais resultados. De forma secundária, são identificados os setores-chave do Maranhão, quais sejam: agricultura, pecuária, indústrias extrativas, SIUP, transportes e atividades relacionadas à informação e comunicação. Em terceiro lugar, o quadro geral dessa economia é de vazar muito acima da média parte da sua produção para outros estados do País. Na súmula do reflexo da estrutura produtiva no modelo, fica evidente alto nível de relacionamento conjuntural e organizacional com o sistema produtivo nacional o que, por outra espectro, revela saídas mais sólidas para o rearranjo da economia maranhense.

**Palavras-chave:** insumo-produto, produção, emprego, renda, Maranhão.

**Abstract:** This scientific article aims to construct the inter-regional input-output matrix that divides the national economy between Maranhão and the Rest of Brazil. The application of the *Interregional Input-Output Adjustment System* – IIOAS method, considering the national Resource and Use Tables (RUTs) of 2019, provides the estimation of an evaluation system with 18 sectors of the Maranhão economy in the scope of providing technical means for taking of decision-making by the state's economic agents, consistent with Brazil's official accounting system. Therefore, the set of estimates of impacts on production, employment and income are the main results. Secondly, the key sectors of Maranhão are identified, namely: agriculture, livestock, extractive industries, SIUP, transport and activities related to information and communication. Thirdly, the general picture of this economy is that it leaks much above average part of its production to other states in the country. In the summary of the reflection of the productive structure in the model, a high level of cyclical and organizational relationship with the national productive system is evident, which, on the other hand, reveals more solid solutions for the rearrangement of the Maranhão economy.

**Keywords:** Input-output, production, job, income, Maranhão.

---

# 1 INTRODUÇÃO

A Economia, assim como as demais ciências, sempre está se atualizando, desenvolvendo novas teorias, técnicas e aplicações à realidade. Desse modo, o planejamento econômico, tanto do setor público quanto do setor privado, vem utilizando métodos e ferramentas que contribuem de forma significativa para aumentar a produtividade do setor privado e fornecer condições para uma organização mais eficiente do setor público na busca de garantir maior bem-estar social.

Sob essa perspectiva de evolução das teorias e do pragmatismo da Ciência Econômica é que diversas soluções e resoluções têm sido ofertadas para a sociedade. É por esse caminho, então, que surgiu a teoria do modelo de insumo-produto, desenvolvida por Wassily Wassilyovitch Leontief<sup>1</sup>. Em outras palavras, essa teoria tornou possível a identificação da interdependência das atividades econômicas produtivas no que diz respeito aos insumos e produtos utilizados no processo de produção de bens e serviços. Na fase atual de aprimoramentos de estudos e pesquisas sobre esse modelo, concentram-se aplicações organizadas para monitorar economias regionais, ou seja, focalizar em estados e não somente em países ou até mesmo em estratificações mais direcionadas.

É, pois, com intuito de avaliar e potencializar a estrutura produtiva da economia maranhense que se colocam as seguintes questões: dado o estágio de desenvolvimento contemporâneo do estado do Maranhão, qual a melhor forma de qualificá-lo e caracterizá-lo por estimações que viabilizam quantificar a estrutura da sua organização de produção? E, melhor ainda, de que maneira a aquilatação ou avaliação de um modelo de insumo-produto pode dimensionar e fornecer meios racionais e objetivos para os agentes econômicos no Maranhão, além de conceder um instrumento consistente de avaliação da economia local?

A principal resposta prévia para essas questões fundamenta-se na configuração conhecida da estrutura produtiva maranhense que é agrária-exportadora e, desse modo, o modelo proposto deve apresentar consistência com esse dado. Em segundo lugar, a opção pelo método de estimação não deve fugir ou desconfigurar o cenário que pode ser acompanhado pelos sistemas oficiais de contabilidade de contas regionais que acompanham e mensuram a produção no Maranhão.

Nesse ínterim, o principal objetivo deste estudo é estimar uma matriz inter-regional de insumo-produto para o estado do Maranhão, empregando o método *Interregional Input-Output Adjustment System – IIOAS* a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRUs) do Brasil de 2019. O primeiro passo a ser dado nesse procedimento é garantir o equilíbrio das tabelas de recursos e usos nacionais, utilizadas de base para a regionalização. O segundo passo é segurar a calibração das mensurações através dos dados oficiais de contas regionais. Em terceiro lugar, projetar outros agregados da contabilidade regional por meio das pesquisas amostrais e de levantamentos sistemáticos da economia local.

Este texto apresenta a seguir, depois desta introdução, uma breve esquematização teórica-metodológica de como um modelo ou uma matriz de insumo-produto é formalmente apresentada pela álgebra matricial. A seção 3 fornece o passo a passo do método empregado, dando conta das bases de dados empregadas, das estimações das matrizes de comércio e do processo de regionalização. A seção 4 mostra os resultados. A seção 5 finaliza o texto com considerações finais.

## 2 REVISÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA DO MODELO INSUMO-PRODUTO

Todo modelo econômico se propõe a estabelecer relações de equilíbrio entre oferta e demanda por bens e serviços. O modelo de insumo-produto de Leontief representa esse aprumo ao descrever setores que fornecem insumos e quais setores compram de outros. A matriz com os dados deve descrever as relações entre os setores produtivos com a demanda final, os fluxos de renda e as importações. Imagine uma região com  $m$  firmas que produzem  $n$  bens e serviços. Com base nisso, pode-se constatar que existem  $n$  setores com base nos produtos produzidos<sup>2</sup>. Os fluxos de oferta e demanda se equacionam pelas

<sup>1</sup> Sua modelagem de insumo-produto pode ser vista, sistematicamente, em Leontief (1936), Leontief (1941) e Leontief (1986).

<sup>2</sup> Esta é uma suposição usualmente feita pelo modelo de insumo-produto. Apesar de essa hipótese parecer não se sustentar, no âmbito real da economia, uma vez que há empresas que diversificam sua produção, na teoria se poderia partir do pressuposto de que em uma situação haveria a possibilidade de se recorrer à divisão dessa firma em várias.

interações de cada setor e com a demanda final. Como apontam Feijó, Ramos *et al.* (2013), a melhor forma e a maneira mais prática de se observar os fluxos de comércio é organizando esses dados numa Matriz de Insumo-Produto (MIP) – ver Figura 1. A matriz é construída de forma que as seguintes identidades econômicas sejam satisfeitas:

$$\text{Produção} = \text{Consumo intermediário} + \text{Valor adicionado} \quad (1)$$

$$\text{Produção} = \text{Consumo intermediário} + \text{Consumo final} - \text{Importações} \quad (2)$$

$$\text{Valor adicionado} = \text{Soma das rendas primárias} \quad (3)$$

A organização da matriz de insumo-produto da maneira como na Figura 1, permite a garantia da identidade básica que mensura o valor da produção como pretendida pelo modelo de Leontief. Ele definiu o que é chamado de razão de insumo-produto ou coeficiente técnico de produção:

$$a_{ij} = \frac{y_{ij}}{y_j} \quad (4)$$

onde  $a_{ij}$  é um coeficiente que indica a quantidade de insumo do setor  $i$  necessária para produzir uma unidade monetária do produto do setor  $j$ . Para uma economia com  $n$  setores, esses coeficientes podem ser organizados na seguinte matriz:

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (5)$$

Figura 1 – Matriz de insumo-produto genérica

		Atividades compradoras				Demanda final				Total	Demanda Total				
		A1	A2	A3	Aj	C	G	I	X	Z					
Atividades vendedoras	A1	I				$c_1$	$g_1$	$l_1$	$x_1$	$z_1$	$Y_1$				
	A2											$z_2$	$Y_2$		
	A3											$z_3$	$Y_3$		
	Ai				$y_{ij}$	$c_i$	$g_i$	$l_i$	$x_i$	$z_i$	$Y_i$				
Importações		$m_1$				$m_j$	$m_c$	$m_g$	$m_l$	M					
Impostos		$t_1$				$t_j$	$t_c$					$t_g$	$t_l$	$t_x$	
Valor Adicionado		$w_1$				$w_j$									
Produção Total		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_j$										

Fonte: O autor (2024).

Na Figura 1 é representada a matriz de insumo-produto genérica. Onde:  $y_j$  é a produção do setor  $j$ ;  $y_{ij}$  é empregada como insumo na produção do setor  $j$ ;  $c_i$  é o consumo das famílias da produção do setor  $i$ ;  $g_i$  é o consumo do governo da produção de setor  $i$ ;  $l_i$  é a produção do setor  $i$  destinada a formação de capital;  $x_i$  é a produção do setor  $i$  exportada;  $m_i$  é demanda final total por produtos do setor  $i$ ;  $z_i$  é a produção total do setor  $i$ , que é igual à soma do consumo intermediário e demanda final;  $t_i$  é a importação realizada pelo setor  $j$ ;  $w_j$  é o valor adicionado bruto gerado pelo setor  $j$ .

O modelo aberto de insumo-produto captura os efeitos diretos, que estão relacionados ao impacto causado na produção de determinado setor devido à mudança de demanda de insumos de setores que comprem diretamente desse setor específico; e os efeitos indiretos, relacionados ao efeito multiplicador que as mudanças na oferta e na demanda de insumos entre dois setores causam no restante da economia.

A partir dos quadrantes I e II da Figura 1 e da identidade 2, então:

$$Y_i = y_{i1} + y_{i2} + y_{i3} + y_{ij} + c_i + g_i + l_i + x_i \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (6)$$

De (4) e (6) e fazendo-se algumas manipulações

$$Y_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}y_j + z_i \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (7)$$

Que a equação (7) pode ser posta em matrizes como

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

Que (8) em notação matricial:

$$Y = AY + Z \quad (9)$$

Fazendo-se algumas manipulações de álgebra matricial<sup>3</sup>

$$Y = (I - A)^{-1}Z \quad (10)$$

Sendo a matriz inversa de Leontief  $B = (I - A)^{-1}$ .

A matriz inversa de Leontief mostra os requisitos diretos e indiretos: uma variação de demanda inicial provoca uma variação da produção, inicial; nessa primeira rodada, o setor  $j$  demanda insumos para gerar produto que atenda ao aumento da demanda. Esse efeito primário gera um encadeamento indireto entre os outros setores para suprirem os requisitos de insumos intersetoriais.

Outro ponto particularmente relacionado à análise de insumo-produto, apontado ainda por Leontief (1986), é que esse mecanismo de avaliação das relações produtivas intersetoriais pode ser aplicado a sistemas econômicos tão grandes como a economia mundial, quanto a países ou até mesmo a regiões focalizadas ou empresas. Assim, desde então, foram desenvolvidos modelos de uma única região que seguem basicamente a linha de pesquisa descrita anteriormente, ao mesmo tempo que metodologias de modelos inter-regionais foram propostas, alterando em certa medida a estrutura de análise do modelo.

Alguns trabalhos pioneiros de matrizes inter-regionais de insumo-produto no Brasil, são: o modelo de Minas Gerais e São Paulo, onde Haddad e Edson (2003), Haddad e Domingues (2003) e Porsse et al. (2003) dividem a economia nacional entre os estados e “Resto do Brasil”; empregam um método inovador para comparar com as aplicações tradicionais de mensuração das matrizes. Com base nessa nova aplicação que passa a incorporar dados regionalizados, atestam que a aplicação oferece um meio com maior robustez para aplicação de modelos de mais de uma região. Seguindo essa mesma toada, matrizes inter-regionais podem ser encontradas para diferentes regiões do Brasil. É o caso em Guilhoto *et al.* (2010) com uma matriz para o Nordeste; e, mais recentemente Haddad et al. (2017) e Guilhoto *et al.* (2017) empregando o que há de mais moderno na mensuração de modelos regionais de insumo-produto, olhando para as estruturas produtivas de todos os estados do Brasil.

Um passo é a construção das matrizes. Outro passo importante são análises e aplicações desses instrumentos sobre a dinâmica de economias locais. Nesse caso, Soares (2000) compara as economias de Ceará e Maranhão por meio de métodos de análise possíveis com o modelo de insumo-produto e consegue caracterizar aquela economia como mais diversificada e integrada, enquanto a maranhense se sobressai apenas em complexos básicos de metalurgia e celulose; utilizando-se dos instrumentos de análise de insumo-produto, Silva et al. (2016) conseguem identificar os setores de mineração, refino de petróleo e coque e energia elétrica como os mais importantes para a economia do Rio de Janeiro; Valverde et al. (2019) também se utilizam de instrumentos de análise pelo modelo de insumo-produto para avaliar a economia baiana. Atestam que grande parte da produção do estado é enviada para o consumo

<sup>3</sup> Ver: Chiang e Wainwright (2006); Simon e Blume (2004); Miller e Blair (2009); Leontief (1986).



intermediário de outros estados do Brasil, bem como os impactos inter-regionais são maiores do que os intrarregionais.

Tanto a concepção matemática básica do modelo de Leontief quanto as evoluções dos sistemas de equações para modelos com mais de uma região avançaram no Brasil e no mundo, constatadas por Isard et al. (1962), Miller e Blair (2009) e Haddad et al. (2016). Conforme apontam Chain et al. (2019), a fronteira da pesquisa se deslocou para os problemas de localização geográfica. Diante da evolução das discussões sobre modelos de insumo-produto e do avanço de sistemas de construção dessa análise, o campo de questões abordadas nessa metodologia se alargou atualmente para compreender aspectos econômicos, sociais e ambientais. Desse modo, em Dietzenbacher et al. (2020) pode ser vista uma enumerada cronologia de avanços em contas nacionais e contabilidade nacional, fluxos de comércio e cadeias globais de valor e decomposição de sistemas nacionais e internacionais a fim de mapear causas de mudanças estruturais através dos mecanismos de análise de insumo-produto.

### **3 METODOLOGIA *INTERREGIONAL INPUT-OUTPUT ADJUSTMENT SYSTEM – IIOAS*<sup>4</sup> PARA A MATRIZ INTER-REGIONAL MARANHÃO-RESTO DO BRASIL<sup>5</sup>**

A identidade entre produção e consumo no mesmo nível de preços básicos só se tornará efetiva a partir das TRUs quando a tabela de usos for estimada a preços livres de margens e impostos. Nesse caso se empregará estritamente a metodologia de Guilhoto e Filho (2005) e Guilhoto e Filho (2010) para esse objetivo.

Em relação ao nível de agregação setorial, resta salientar que a matriz nacional é estimada por meio das TRUs sob seu maior nível de desagregação – 128 produtos e 68 setores<sup>6</sup>. Como a matriz inter-regional será construída a partir da matriz nacional, após o ajuste da tabela de usos a preços básicos, 128 produtos e 68 setores serão agregados em uma matriz para o País nas dimensões 18 setores por 18 setores no quadrante do consumo intermediário intersetorial.

Os 18 setores encontram-se organizados da seguinte maneira: agricultura, inclusive apoio à agricultura e à pós-colheita (S1); pecuária, inclusive apoio à pecuária (S2); produção florestal, pesca e aquicultura (S3); indústrias extrativas (S4); indústrias de transformação (S5); eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação, comumente denominado SIUP<sup>7</sup> (S6); construção (S7); comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas (S8); transporte, armazenagem e correio (S9); alojamento e alimentação (S10); informação e comunicação (S11); atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados (S12); atividades imobiliárias (S13); atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares (S14); administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social (S15); educação e saúde privadas (S16); artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços (S17); e serviços domésticos (S18)<sup>8</sup>.

#### **3.1 Base de dados**

A fonte central de dados para a construção do sistema inter-regional Maranhão-Resto do Brasil é a matriz nacional de insumo-produto, calculada a partir das Tabelas de Recursos e Usos (TRUs) do Brasil no ano de 2019. Nela estão contidos os dados de: (i) consumo intermediário intersetorial; (ii) impostos indiretos; (iii) importações; e (iv) impostos de importações.

Além dos dados nacionais, a fonte secundária de maior importância refere-se aos dados regionais de: (i) valor bruto da produção por UF e por setor - VBP<sup>R</sup>; (ii) valor adicionado por UF e por setor - VAB<sup>R</sup>; (iii) consumo intermediário por UF e por setor - CI<sup>R</sup>; (iv) exportações por UF e por setor - X<sup>R</sup>; (v) Investimento<sup>9</sup> por UF - INVT<sup>R</sup>; (vi) consumo das famílias por UF - CF<sup>R</sup>; (vii) total de gastos do governo por

<sup>4</sup> Ver Sousa (2023).

<sup>5</sup> Uma discussão mais profunda sobre nuances do método aqui empregado é mostrada em Guilhoto e Junior (2018), além de comparações com outras metodologias, níveis de acurácia no emprego de análises e, sobretudo, as vantagens e desvantagens da escolha do método IIOAS.

<sup>6</sup> Ver IBGE (2022c).

<sup>7</sup> Serviços Industriais de Utilidade Pública.

<sup>8</sup> A base de dados a seguir vincula-se às seguintes fontes: IBGE (2009), IBGE (2015), IBGE (2019a), IBGE (2019b), IBGE (2019c), IPEA (2008), MDIC (2022a) e STN (2023), RFB (2019), MDIC (2022a), MDIC (2022b) e MTE (2019).

<sup>9</sup> Esse componente é estimado conforme Sousa (2019).

UF -  $G^R$ . Todas essas variáveis são levantadas para construir as participações de cada região do modelo aqui implementado no ano de 2019, para que se possa aplicar na matriz nacional e, a partir disso, construir as matrizes regionais.

Os dados são originários do Sistema de Contas Regionais (SCR) de 2019, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD-C) de 2019, da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2017/2018 e outras pesquisas do IBGE; da Relação Anual das Informações Sociais (RAIS), 2019, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), do Sistema Integrado de Comércio Exterior de Serviços (SISCOSERV) e das Estatísticas de Comércio Exterior (COMEX STAT) do Ministério da Economia (ME) - dados de 2019; da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) – dados para o ano de 2019; da Receita Federal do Brasil (RFB) – dados para o ano de 2019; e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) – dados para o ano de 2019.

Dois aspectos dão originalidade a esses trabalhos regionalizados no Brasil: (a) o primeiro ponto se refere ao nível de detalhamento geográfico que corresponde ao número de regiões e de setores de cada região que serão representados na matriz; (b) o segundo ponto está atrelado ao modo como as matrizes de comércio inter-regionais serão estimadas. Algumas aplicações no Brasil utilizam estimações baseadas em Quocientes Locacionais e suas variações, outras em Modelos Gravitacionais ou ainda Modelos Iterativos (RAS e suas variações)<sup>10</sup>.

### 3.2 Estimação das matrizes de comércio

Em conformidade com a metodologia empregada por Haddad, Júnior e Nascimento (2017), a construção das matrizes de comércio segue três etapas: (i) cálculo da demanda regional por produtos domésticos; (ii) cálculo da demanda regional por produtos importados; e (iii) cálculo da oferta regional. Como essa investidura parte da matriz nacional, a construção das matrizes de coeficientes a seguir parte da hipótese de que os agentes econômicos compartilham a mesma tecnologia e preferências.

O passo inicial para o cálculo da demanda regional por produtos domésticos é a construção de coeficientes que distribuirão os valores da produção e demanda final. Esses fatores são calculados pela relação de cada elemento do consumo intermediário e da demanda final pelo total de sua respectiva coluna na matriz nacional. Assim:

$$CCI_{ij}^{DOM} = Y_{ij}^{DOM} Z_j^{-1}; CINV_{i1}^{DOM} = \frac{INVT_i^{DOM}}{INVT_n}; CCF_{i1}^{DOM} = \frac{CF_i^{DOM}}{CF_n}; CG_{i1}^{DOM} = \frac{G_i^{DOM}}{G_n} \quad (11)$$

onde CCI é o coeficiente do consumo intermediário, CINV é o coeficiente dos investimentos, CCF é o coeficiente do consumo das famílias e CG é o coeficiente dos gastos do governo.

As demandas regionais são então obtidas pelas seguintes multiplicações desses coeficientes pelos respectivos valores totais de cada região:

$$CI_{ij}^{R,DOM} = CCI_{ij}^{DOM} * diag(VBP_{i1}^R) \quad \forall i, j \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{MA, RBr\} \quad (12)$$

$$INVT_{i1}^{R,DOM} = CINV_{i1}^{DOM} * INVT_{i1}^R \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{MA, RBr\} \quad (13)$$

$$CF_{i1}^{R,DOM} = CCF_{i1}^{DOM} * CF_{i1}^R \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{MA, RBr\} \quad (14)$$

$$G_{i1}^{R,DOM} = CG_{i1}^{DOM} * G_{i1}^R \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{MA, RBr\} \quad (15)$$

Assim, a demanda total por produtos domésticos, por cada região, é:

$$DEMDOM_{i1}^R = \sum_{j=1}^{18} CI_{ij}^{R,DOM} + INVT_{i1}^{R,DOM} + CF_{i1}^{R,DOM} + G_{i1}^{R,DOM} \quad (16)$$

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{MA, RBr\}$$

10 Para uma descrição detalhada desses métodos e suas aplicações, ver: Gonçalves Júnior (2018), Isard (1951), Isard e outros (1962), Miller e Blair (2009) e Guilhoto, Azzoni et al. (2010).

No caso do cálculo da demanda por produtos importados, o procedimento é similar ao aplicado antes, até que se chega à demanda total por produtos importados. Calculadas as demandas, resta calcular as ofertas setoriais. Assim, a oferta doméstica setorial (OFDOM) é obtida pela diferença entre o VBP setorial de cada região e as exportações setoriais regionais. Então segue que

$$\text{OFDOM}_{i1}^R = \text{VBP}_{i1}^R - X_{i1}^R \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 18\}, R \in \{\text{MA}, \text{RBr}\} \quad (17)$$

De posse das matrizes de oferta e demanda se têm as condições para a distribuição dos fluxos de comércio intra e inter-regionais (matrizes *SHIN*). Para esse intento, são construídas matrizes de participações no comércio doméstico por setor de cada região: considerando os estados de origem (s) e de destino (d), são construídas 18 matrizes (um para cada setor) com dimensões 2x2.

Com a equação a seguir foram calculados os valores iniciais das participações do comércio dentro das regiões (comércio intrarregional) na demanda total da região.

$$\text{SHIN}(i, d, d) = \text{Min} \left( \frac{\text{OFDOM}(i, d)}{\text{DEMDOM}(i, d)}, 1 \right) * F \quad (18)$$

Em que a matriz  $\text{SHIN}_{(i, d, d)}$  representa a relação entre o setor *i* de cada região no comércio total. Essa associação define o fluxo de comércio dentro de cada região, dado quociente entre oferta e demanda de cada setor regional. Nesse caso, toda a demanda interna só é suprida por toda a oferta interna quando a oferta for superior à demanda. A equação 45 ainda é ponderada por um fator *F* que, segundo Haddad, Faria *et al.* (2016), condiciona os fluxos de determinados setores de acordo com sua capacidade de comércio com outras regiões. Seguindo a linha de Haddad, Júnior e Nascimento (2017), para os setores com maior potencial de comercialização inter-regional, estabeleceu-se *F* = 0,5 (setores 1 a 8, nesta aplicação); para setores com menor grau de comercialização com outras regiões, utilizou-se *F* = 0,95 (setores 9 a 18, nesta aplicação).

O comércio inter-regional, portanto, é calculado conforme a equação 19 a seguir.

$$\text{SHIN}(i, s, d) = \left[ \frac{1}{\text{imped}(s, d)} * \frac{\text{OFDOM}(i, s)}{\sum_{k=1}^2 \text{OFDOM}(i, k)} \right] * \left\{ \frac{1 - \text{SHIN}(i, d, d)}{\sum_{j=1, j \neq d}^2 \left[ \frac{1}{\text{imped}(j, d)} + \frac{\text{OFDOM}(i, j)}{\sum_{k=1}^2 \text{OFDOM}(i, k)} \right]} \right\} \quad (19)$$

onde a matriz *SHIN* (*i*, *s*, *d*) é a participação do fluxo de comércio do setor *i* com origem na região *s* e destinado à região *d*. A matriz de impedância contém o tempo médio de viagem entre as regiões, considerando todos os modais.

Com as matrizes *SHIN* à disposição, as matrizes de comércio inter-regionais são obtidas conforme:

$$\text{TRADE}_{i1}^{sd} = \text{SHIN}(i, s, d) * \text{diag}[\text{DEMDOM}_{iR}(i, 1: R)] \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 18\} \quad (20)$$

Onde  $\text{TRADE}_{i1}^{sd}$  mapeia as *i* matrizes de fluxos de comércio da região *s* para a região *d*. No entanto, ao passo que esse procedimento garante consistência entre as demandas inter-regionais não garante, obrigatoriamente, que o que é ofertado pelos *i* setores da região *s* para a região *d* seja igual. Assim, o ajuste nas linhas conforme a oferta e nas colunas conforme a demanda, de cada setor de cada região, é feito com emprego do método iterativo RAS.

### 3.3 Processo de regionalização

Apesar de as matrizes  $\text{TRADE}_{i1}^{sd}$  discriminarem compras e vendas de região para região e compras e vendas ao exterior, não se sabe quais quantidades foram adquiridas para consumo intermediário ou por agentes da demanda final. Para efetuar essa distribuição, aplica-se um mesmo coeficiente para subdividir o que é adquirido como insumo pelos setores e o que é aquisição para consumo final.

O primeiro passo é a construção de uma matriz de coeficientes regionais para cada setor *i*:

$$\text{SHIN\_N}_{i1}^{sd} = \text{trade}_{i1}^{sd} * \left\{ \text{inv} \left[ \text{diag} \left( \sum_{s=1}^2 \text{trade}_{i1}^{sd} \right) \right] \right\} \quad (21)$$

Onde  $trade_{ij}^{sd}$  é cada elemento da matriz representando as  $s$  regiões de origem e as  $d$  regiões de destino.

Em seguida, por meio da matriz nacional, são calculados os seguintes coeficientes: consumo intermediário ( $CCI^N$ ), investimento ( $CINV^N$ ), consumo das famílias ( $CCF^N$ ) e gastos do governo ( $CG^N$ ).

A partir desses coeficientes nacionais, são construídos os coeficientes regionais. As matrizes  $SHIN\_N$  são transformadas nas matrizes  $SHIN\_S$ , de forma que as linhas dessas matrizes passem a representar a origem dos fluxos de comércio, enquanto as colunas especifiquem as regiões de destino das vendas de bens e serviços. O cômputo dos coeficientes do consumo intermediário regional ( $CCIR$ ) é, então, calculado da seguinte maneira:

$$CCIR_{ij}^{sd} = \text{diag}(SHIN_{S(1:i;d)}) * CCI_{ij}^N \quad d = 1,2; s = 1, 2, 3 \quad (22)$$

O cálculo dos coeficientes dos elementos da demanda final segue o mesmo passo a passo. Até aqui se tem as condições de transformação desses coeficientes calculados em fluxos monetários de comércio. Das multiplicações desses coeficientes pelos dados regionais obtidos de fontes oficiais, chega-se aos valores monetários:

$$CCIR_{ij}^{sd} = \text{diag}(SHIN_{S(1:i;d)}) * CCI_{ij}^N \quad d = 1,2; s = 1, 2, 3 \quad (23)$$

Do mesmo modo para os elementos da demanda final. Como os dados de exportações já são fornecidos por órgão oficial e as condições para alocá-las ao nível setorial por região estão dadas, então seus valores são comportados na matriz. A transformação dos coeficientes de impostos indiretos em valores monetários segue o mesmo algoritmo.

Os últimos componentes que faltam estruturar nessa matriz são as contas que compõem o valor adicionado de cada de cada região. Na estrutura dessa proposta, esses valores também já são fornecidos por órgão oficial. Enfim, sistema está fechado e completo.

## 4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E AVALIAÇÃO DE INDICADORES

Esta seção se dedica a testar a aderência da matriz de insumo-produto inter-regional Maranhão-Res- to do Brasil no que diz respeito aos métodos básicos de análise.

### 4.1 Multiplicadores

Os multiplicadores calculados a seguir com base nessa matriz estimada fornecem não somente um meio acessível de calcular variações na produção da economia maranhense — e entre os setores econômicos —, além do mais, como é da própria natureza dos modelos de insumo-produto inter-regionais, retratam também como e quanto da atividade econômica se distribui entre as regiões analisadas.

#### 4.1.1 Produção

Como os multiplicadores de produção oferecem os efeitos diretos e indiretos na análise básica da matriz inversa de Leontief, do ponto de vista do modelo com mais de uma região, esses efeitos podem ser divididos entre o impacto dentro de uma região específica e o impacto decorrente da ligação dessa região com outra. A decomposição também é feita, naturalmente, a partir da matriz inversa do modelo fechado, com a ambição de decompor, além dos efeitos direto e indireto, o efeito da incorporação do consumo das famílias.

Tabela 1 – Multiplicadores de produção (modelos aberto e fechado)

Setores	MPS	Intra	Inter	Direto	Indireto	MPT	MPTT
MA - Agricultura	1,8299	1,0247	0,8052	0,4075	1,4224	2,9111	2,5660
MA - Pecuária	1,8566	1,0252	0,8314	0,4370	1,4196	3,3759	2,8909
MA - Produção Florestal	1,4077	1,0228	0,3849	0,2299	1,1778	2,3703	2,0630
MA - Indústria Extrativa	1,8515	1,0592	0,7923	0,4533	1,3982	3,9361	3,2706
MA - Indústria de Transformação	2,2551	1,0489	1,2062	0,6425	1,6126	4,0740	3,4933
MA - SIUP	1,8527	1,0246	0,8281	0,4660	1,3867	2,9406	2,5935
MA - Construção	1,9287	1,0238	0,9049	0,4686	1,4601	4,1274	3,4255
MA - Comércio	1,5875	1,0451	0,5424	0,3422	1,2453	4,8383	3,8005
MA - Transporte	1,8947	1,0795	0,8152	0,4695	1,4252	4,0173	3,3397
MA - Alojamento e Alimentação	1,7971	1,0281	0,7690	0,4184	1,3787	4,2402	3,4603
MA - Informação e Comunicação	1,6755	1,0272	0,6483	0,4097	1,2658	3,9007	3,1904
MA - Atividades Financeiras	1,4495	1,0185	0,4310	0,2897	1,1598	3,9875	3,1773
MA - Atividades Imobiliárias	1,1127	1,0029	0,1098	0,0703	1,0424	1,3090	1,2463
MA - Atividades Complementares	1,5377	1,0241	0,5136	0,3185	1,2192	5,0683	3,9413
MA - Administração Pública	1,3747	1,0165	0,3582	0,2214	1,1533	4,5266	3,5203
MA - Educação e Saúde Privadas	1,5774	1,0293	0,5481	0,3389	1,2385	8,7890	6,4870
MA - Artes	1,7099	1,0560	0,6539	0,4119	1,2980	4,3930	3,5366
MA - Serviços Domésticos	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	7,2211	5,2352

Fonte: O autor (2024).

Nota: SIUP — Serviços Industriais de Utilidade Pública —, formalmente apresentado, nas Contas Regionais, como Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação. No caso da subtração do MPS do MPT, obtém-se o fator correspondente ao efeito induzido no modelo fechado, decorrente do consumo das famílias incorporado no modelo.

Para os 18 setores econômicos da proposta dessa metodologia são apresentados: (a) o multiplicador de produção de produção simples (MPS); (b) a decomposição desse multiplicador entre impactos intra e inter-regionais; (c) os efeitos diretos e indiretos; (d) o multiplicador de produção total (MPT) – modelo fechado; e (e) o multiplicador de produção total truncado (MPTT).

O MPS do setor MA - Agricultura na Tabela 1, por exemplo, indica que para cada variação da sua demanda final — ou de seus componentes —, o efeito multiplicador é de cerca de R\$ 1,8299 em valor de produção adicional: por um lado, esse fator incorpora o impacto direto (R\$ 0,4074) decorrente das relações de compra de insumos da atividade com fornecedores diretos e impactos indiretos (R\$ 1,4225) decorrentes de relações comerciais bilaterais; por outro lado, esse efeito incorpora a variação na produção local (R\$ 1,0248) mais o vazamento (R\$ 0,8051) da produção adicional local para o restante do País;

No caso do MPT do setor MA - Agricultura, o fator de R\$ 2,9112 multiplica cada milhão de reais aplicado na demanda final do setor, incluindo a participação das famílias no processo produtivo.

Em relação ao MPTT do setor MA - Agricultura, o fator multiplicador soma o conjunto de efeitos, direto, indireto e induzido, somente dentre os  $n \times n$  setores, não nos  $n+1 \times n+1$  setores como no MPT. As interpretações e usos dos outros multiplicadores setoriais seguem a mesma forma.

#### 4.1.2 Emprego

Efeitos multiplicativos em termos de quantidade de empregos e do impacto encadeado no sistema são passíveis de ser calculados porque a expansão da produção faz com que os setores produtivos necessitem de aumentar o fator de produção trabalho. Adicionalmente a isso, para atender à expansão produtiva de um setor, outros setores também recebem o incentivo para aumentar o emprego, isso porque surge a exigência pelo atendimento do aumento da demanda.



Tabela 2 – Multiplicadores de emprego (modelos aberto e fechado)

Setores	MES	Intra	Inter	Direto	indireto	METT	MET1	MET2
MA - Agricultura	33,14	28,04	5,10	27,59	5,55	39,63	1,20	1,44
MA - Pecuária	69,25	62,46	6,78	61,89	7,36	78,34	1,12	1,27
MA - Produção Florestal	71,58	68,04	3,55	67,56	4,03	77,35	1,06	1,15
MA - Indústria Extrativa	9,75	4,34	5,41	3,52	6,23	22,24	2,77	6,32
MA - Indústria de Transformação	15,50	6,72	8,77	5,85	9,65	26,40	2,65	4,51
MA - SIUP	5,18	1,36	3,82	1,08	4,10	11,70	4,80	10,85
MA - Construção	34,46	27,91	6,55	27,40	7,06	47,63	1,26	1,74
MA - Comércio	36,19	32,45	3,74	31,86	4,32	55,67	1,14	1,75
MA - Transporte	15,96	10,51	5,45	9,50	6,46	28,69	1,68	3,02
MA - Alojamento e Alimentação	39,83	34,46	5,37	33,86	5,97	54,47	1,18	1,61
MA - Informação e Comunicação	11,26	6,39	4,87	5,87	5,39	24,59	1,92	4,19
MA - Atividades Financeiras	7,00	4,38	2,62	4,11	2,89	22,21	1,70	5,40
MA - Atividades Imobiliárias	1,25	0,67	0,58	0,63	0,62	2,41	1,99	3,84
MA - Atividades Complementares	28,95	25,40	3,55	24,99	3,96	50,10	1,16	2,01
MA - Administração Pública	10,87	8,25	2,62	7,96	2,91	29,76	1,37	3,74
MA - Educação e Saúde Privadas	58,06	53,48	4,58	52,75	5,31	101,29	1,10	1,92
MA - Artes	52,19	46,84	5,35	45,97	6,22	68,29	1,14	1,49
MA - Serviços Domésticos	176,84	176,84	0,00	176,84	0,00	214,13	1,00	1,21

Fonte: O autor (2024).

Nota: MSE e MTET são números absolutos de empregos gerados nos modelos aberto e fechado; MET1 e MET2 são fatores multiplicadores que mensuram impactos nos modelos aberto e fechado.

Na Tabela 2 acima, considerando o setor MA - Agricultura, o multiplicador de emprego simples (MES) mede o impacto do aumento de cada milhão de reais na demanda final do setor sobre o número de pessoas ocupadas; ou seja, para cada milhão de reais, essa atividade gera cerca de 33,14 empregos na economia maranhense.

Enquanto o MES oferece o nível do crescimento de empregos, o multiplicador de emprego tipo 1 (MET1) oferece os impactos diretos e indiretos na economia, ou seja, 1,20 é fator multiplicador na economia de cada emprego gerado diretamente nesse setor.

Quando se leva em consideração o modelo fechado nas famílias, e se capta o efeito induzido por elas, o fator é denominado multiplicador de emprego total truncado (METT). Levando em conta o setor MA - Agricultura, a Tabela 2 demonstra que, a cada variação de demanda na ordem de milhão de reais, a mudança no número de ocupações no setor é de cerca de 39,63. Já o multiplicador de emprego tipo 2 (MET2) capta os efeitos direto, indireto e induzido que, no caso do setor MA - Agricultura, corresponde ao fator multiplicador 1,44.

#### 4.1.3 Renda

Assim como variações de demanda alteram a produção e o nível de emprego, por consequência, a geração de salários na economia também aumenta. Como os setores produtivos estão encadeados, esse ciclo se repete dentre todas as atividades da economia. No multiplicador de renda simples (MRS) na Tabela 3: o fator R\$ 0,1914 determina o impacto sobre a renda de todas as atividades da economia, ligadas direta e indiretamente com o setor MA - Agricultura, para cada variação de milhão de reais na demanda final desse setor. Já o multiplicador de renda tipo 1 especifica que, para cada unidade de renda gerada no setor MA - Agricultura, o fator R\$ 4,0042 multiplica a renda do restante da economia.

Tabela 3 – Multiplicadores de renda (modelos aberto e fechado)

Setores	MRS	Intra	Inter	Direto	indireto	MRTT	MRT1	MRT2
MA - Agricultura	0,1914	0,0547	0,1367	0,0478	0,1436	0,3449	4,0042	7,2155
MA - Pecuária	0,2692	0,1276	0,1416	0,1201	0,1491	0,4847	2,2415	4,0358
MA - Produção Florestal	0,1703	0,1047	0,0656	0,0994	0,0709	0,3071	1,7133	3,0895
MA - Indústria Extrativa	0,3692	0,2081	0,1611	0,1931	0,1761	0,6654	1,9120	3,4459
MA - Indústria de Transformação	0,3220	0,1089	0,2131	0,0951	0,2269	0,5806	3,3859	6,1052
MA - SIUP	0,1922	0,0560	0,1362	0,0508	0,1414	0,3470	3,7835	6,8307
MA - Construção	0,3893	0,2239	0,1654	0,2164	0,1729	0,7015	1,7990	3,2417
MA - Comércio	0,5756	0,4609	0,1147	0,4498	0,1258	1,0381	1,2797	2,3079
MA - Transporte	0,3758	0,2130	0,1628	0,1943	0,1815	0,6773	1,9341	3,4858
MA - Alojamento e Alimentação	0,4323	0,2928	0,1395	0,2840	0,1483	0,7799	1,5222	2,7461
MA - Informação e Comunicação	0,3940	0,2334	0,1606	0,2241	0,1699	0,7100	1,7581	3,1682
MA - Atividades Financeiras	0,4496	0,3386	0,1110	0,3327	0,1169	0,8100	1,3514	2,4346
MA - Atividades Imobiliárias	0,0346	0,0097	0,0249	0,0088	0,0258	0,0624	3,9318	7,0909
MA - Atividades Complementares	0,6251	0,5066	0,1185	0,4988	0,1263	1,1268	1,2532	2,2590
MA - Administração Pública	0,5582	0,4758	0,0824	0,4707	0,0875	1,0062	1,1859	2,1377
MA - Educação e Saúde Privadas	1,2770	1,1451	0,1319	1,1319	0,1451	2,3017	1,1282	2,0335
MA - Artes	0,4751	0,3375	0,1376	0,3235	0,1516	0,8565	1,4686	2,6476
MA - Serviços Domésticos	1,1019	1,1019	0,0000	1,1019	0,0000	1,9857	1,0000	1,8021

Fonte: O autor (2024).

Quando se incluíram as famílias nesse modelo inter-regional, o fator R\$ 0,3449 determina o multiplicador de renda total truncado (MRTT). Esse é o efeito multiplicador para cada variação de milhão de reais na demanda final desse setor da economia maranhense. Desse modo, o multiplicador de renda tipo 2 mensura, incluindo o efeito induzido, o efeito multiplicador da ordem de R\$ 7,2155 no restante da economia, para cada unidade de renda gerada no setor MA - Agricultura.

## 4.2 Índices de ligação de Rasmussen e Hirschman

Esta seção se dedica a sintetizar as informações transmitidas pelo modelo no que se refere, de um lado, ao impacto que variações de demanda de determinado setor da economia maranhense têm sobre outros setores e, de outro lado, como a produção de determinado setor é influenciada por variações na demanda final da economia local.

Olhando para a Tabela 4, o índice de ligação para trás do setor MA - Agricultura, está acima da unidade. Isso significa, portanto, que a ordem de grandeza que define o quanto variações na demanda desse setor sobre seus fornecedores, ou o que dá no mesmo, define o quanto o setor agrícola maranhense demanda dos outros setores locais, é de R\$ 1,1125. É, então, um fator acima da média, que caracteriza o quanto as movimentações econômicas dessa atividade se espalham sobre as outras.

As ligações para frente, tanto no modelo pelo lado da oferta quanto pelo da demanda, definem a magnitude do quanto a produção de um setor da economia maranhense é afetada por variações da demanda final de todos os outros setores. Em outras palavras, os fatores R\$ 0,6149 e R\$ 1,0385 definem o nível do aumento na produção que o setor MA - Agricultura deve empreender para atender à demanda das outras atividades.

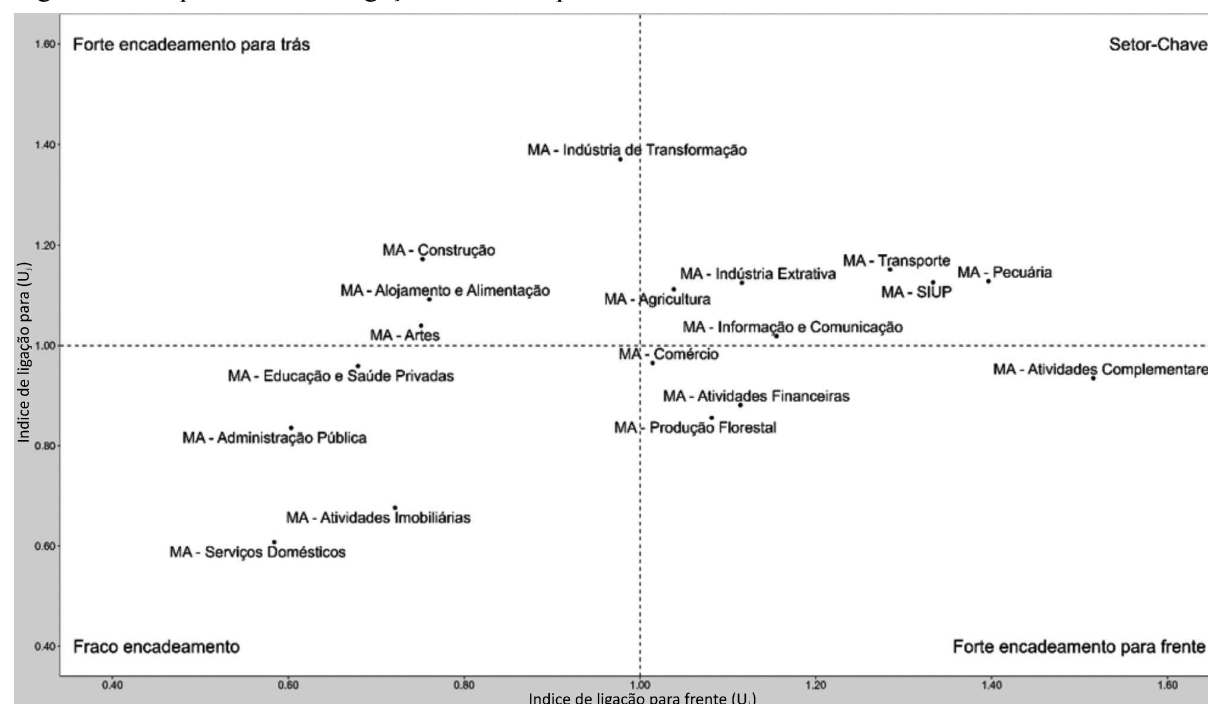
Tabela 4 – Índices de ligação (modelos de oferta e demanda)

Setores	Ligação para trás	Ligação para frente	Ligação p/ frente - Ghosh	Setor-Chave
MA - Agricultura	1,1125	0,6149	1,0385	Sim
MA - Pecuária	1,1287	0,6124	1,3964	Sim
MA - Produção Florestal	0,8558	0,6121	1,0816	Não
MA - Indústria Extrativa	1,1256	0,6098	1,1160	Sim
MA - Indústria de Transformação	1,3710	0,6208	0,9776	Não
MA - SIUP	1,1263	0,6296	1,3334	Sim
MA - Construção	1,1725	0,6114	0,7527	Não
MA - Comércio	0,9651	0,6827	1,0144	Não
MA - Transporte	1,1519	0,7862	1,2845	Sim
MA - Alojamento e Alimentação	1,0925	0,6165	0,7604	Não
MA - Informação e Comunicação	1,0186	0,6142	1,1553	Sim
MA - Atividades Financeiras	0,8812	0,6174	1,1142	Não
MA - Atividades Imobiliárias	0,6765	0,6193	0,7214	Não
MA - Atividades Complementares	0,9348	0,6413	1,5157	Não
MA - Administração Pública	0,8357	0,6209	0,6032	Não
MA - Educação e Saúde Privadas	0,9590	0,6123	0,6792	Não
MA - Artes	1,0395	0,6114	0,7510	Não
MA - Serviços Domésticos	0,6079	0,6079	0,5840	Não

Fonte: O autor (2024).

Nota: A regra que estabelece que um setor é definido como setor-chave é que a ligação para trás seja maior que 1 e a ligação para frente – Ghosh também seja maior que 1. O índice de ligação para frente de Ghosh é medido pelo modelo de insumo-produto na ótica da oferta.

Figura 2 – Mapeamento das ligações setoriais pelos Índices h-r



Fonte: O autor (2024).

Nota: Setores de forte encadeamento para trás mostram índice de ligação para trás maior que 1 e índice de ligação para frente menor que 1; setores-chave mostram índices para frente e para trás maiores que 1; setores de fraco encadeamento mostram índices para frente e para trás menores que 1; e os setores de forte encadeamento para frente apresentam índice de ligação para trás menor que 1 e índice de ligação para frente maior que 1.

No fim das contas, na tabela acima, são identificados setores-chave da economia maranhense. Quais sejam: agricultura, pecuária, indústrias extrativas, SIUP, transportes e atividades relacionadas à informação e comunicação. Desse modo, estão detectadas as atividades de maior encadeamento produtivo da economia maranhense e que contribuem acima da média para o crescimento da economia local.

O quadro geral que mapeia quais setores têm mais ou menos ligações de oferta e demanda pode ser visto graficamente na figura abaixo.

### 4.3 Extração hipotética

O método da extração hipotética analisado nesta seção é uma última aplicação apresentada aqui da matriz inter-regional Maranhão-Resto do Brasil e fornece *insights* do ponto de vista contrafactual. Essa forma de análise transmite o quanto um setor é importante para a economia partindo da ideia da sua retirada do sistema econômico e a consequente queda que isso provocaria na produção.

Tabela 5 – Impactos absolutos e relativos das extrações hipotéticas de setores da economia maranhense

Setores	Extração-Trás	ET (%)	Extração-Frente	EF (%)
MA - Agricultura	7.241	4,97	7.940	5,45
MA - Pecuária	3.024	2,08	6.021	4,13
MA - Produção Florestal	1.090	0,75	2.797	1,92
MA - Indústria Extrativa	2.712	1,86	4.145	2,85
MA - Indústria de Transformação	24.309	16,69	14.732	10,12
MA - SIUP	8.188	5,62	13.418	9,21
MA - Construção	8.269	5,68	4.331	2,97
MA - Comércio	10.249	7,04	13.804	9,48
MA - Transporte	10.450	7,18	14.915	10,24
MA - Alojamento e Alimentação	3.779	2,59	3.065	2,10
MA - Informação e Comunicação	1.938	1,33	3.729	2,56
MA - Atividades Financeiras	2.335	1,60	5.420	3,72
MA - Atividades Imobiliárias	1.587	1,09	3.967	2,72
MA - Atividades Complementares	3.090	2,12	9.943	6,83
MA - Administração Pública	12.917	8,87	2.975	2,04
MA - Educação e Saúde Privadas	3.429	2,35	2.691	1,85
MA - Artes	2.334	1,60	2.575	1,77
MA - Serviços Domésticos	576	0,40	1.873	1,29

Fonte: O autor (2024).

Desse modo, a Tabela 5 fornece essas estimações hipotéticas da retirada de cada um dos 18 setores da economia do Maranhão e seus respectivos impactos absolutos e relativos no total da produção do estado.

Caso o setor MA - Agricultura deixasse de comprar insumos de todos os outros setores, a redução do volume de produção da economia do Maranhão seria de cerca de R\$ 7.241 milhões de reais, montante que, em relação à produção estadual do ano de 2019 representaria algo em torno de 5,0%.

De outro modo, caso o setor MA - Agricultura deixasse de vender insumos aos outros setores econômicos, a redução na produção da economia local seria de R\$ 7.940 milhões, representando 5,5% da produção do ano de 2019.

As avaliações dos setores com relação às suas estruturas de compras de insumos e de fornecimento de bens e serviços para o restante da economia podem ser feitas de forma análoga e a partir dos dados fornecidos na tabela acima.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cumprimento do objetivo de construir uma matriz inter-regional de insumo-produto, que abarca as relações produtivas dos setores econômicos dentro do Maranhão, além das relações dessas atividades com outras fora das fronteiras maranhenses, pode ser efetivado pela aplicação do método *Interregional Input-Output Adjustment System* (IIOAS), considerando as Tabelas de Recursos e Usos (TRUs) do Brasil de 2019. Conforme apontam Haddad, Júnior e Nascimento (2017), a aderência do método para outras aplicações, como a feita nesta proposta, pode ser constatada por meio da análise dos indicadores

básicos e do quão bem estes refletem as relações intersetoriais e o estágio do sistema produtivo das regiões específicas.

Pela análise do potencial impacto produtivo, os setores revelados pelos multiplicadores de produção no modelo de insumo-produto aberto foram, principalmente: indústria de transformação, construção e transportes; no caso das atividades que mais dinamizam a produção interna no estado, estão: serviços domésticos, atividades imobiliárias e administração pública. Pela ótica de geração de número de empregos: Serviços domésticos, produção florestal e pecuária; essas atividades também são as que mais geram novos postos de trabalho. Os setores que mais potencializam a renda no Maranhão, são: agricultura, atividades imobiliárias e SIUP; da renda gerada pelo impulsionamento produtivo, as atividades que mais deixam recursos dentro do estado são: educação e saúde privadas, serviços domésticos e atividades complementares.

Os principais setores identificados como propulsores na oferta e demanda de insumos e produtos, foram: agricultura, pecuária, indústria extrativa, SIUP, transporte e informação e comunicação. As atividades que, hipoteticamente, sofressem um choque de reestruturação nas suas tecnologias de produção e, assim, impulsionariam toda a cadeia pela estrutura de compras de insumos são: indústria de transformação, construção e transporte; pelo lado da venda de insumos, aumentos na eficiência produtiva nas atividades de transporte, informação e comunicação e artes impactariam sobremaneira a cadeia produtiva das outras atividades. Por outro lado, considerando que a eficiência produtiva capturada no modelo atual não pode ser mudada em pouco tempo, a simulação de como a retirada da estrutura produtiva de cada atividade fornece o nível de perda na produção. Nesse caso, os setores que mais prejudicariam o volume são: indústria de transformação, administração pública e transportes.

Desse modo, a matriz inter-regional de insumo-produto do Maranhão aqui estimada fornece, com certa segurança, os mecanismos básicos refletidos pelo modelo de insumo-produto para avaliar e propor estudos da dinâmica econômica do Maranhão. Vários outros aspectos do desempenho da economia desse estado ainda podem ser objeto de diversas aplicações da matriz aqui apresentada e da aplicação do modelo proposto por Leontief. O estado atual dessa economia e o direcionamento do seu progresso futuro ainda podem ser baseados com aplicações desse novo instrumental à disposição dos agentes econômicos públicos e privados localizados nessa região.

Por fim, embora sustentado por hipóteses consistentes e corroborado por uma modelagem matemática rigorosa, o modelo de insumo-produto e os desdobramentos de suas análises devem ser utilizados cautelosamente a partir das seguintes limitações: (1) em primeiro lugar, ter em mente que o modelo pressupõe o que em Economia se denomina como “retornos constantes de escala”, ou seja, relaciona o aumento da produção à proporção do aumento nos insumos disponíveis; (2) em segundo lugar, esse modelo desconsidera influências de preços e de avanços tecnológicos sobre as decisões de produção, assumindo que é razoável supor que a proporção de insumos para produzir cada unidade de produto se mantém relativamente estável ao longo do tempo; (3) em terceiro lugar, pressupõe-se que sempre há disponibilidade de recursos para produção, além de que as empresas têm processos produtivos altamente eficientes.

## REFERÊNCIAS

CHAIN, C. P. et al. Bibliometric Analysis of the quantitative methods applied to the measurement of industrial clusters. **Journal of economic surveys**, fevereiro 2019. 60-84.

CHIANG, A. C.; WAINWRIGHT, K. **Matemática para economistas**. 4<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

DIETZENBACHER, E.; LAHR, M. L.; LENZEN, M. Introducing the Recent development in input-output analysis. **Edward Elgar Publishing**, Sydney, 2020. 1-15.



FEIJÓ, C. A. et al. **Contabilidade social: a nova referência das contas nacionais do Brasil**. 4<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

GUILHOTO, J. J. M. et al. **Matriz de insumo-produto do Nordeste e estados**. Banco do Nordeste. São Paulo e Fortaleza, 2010.

GUILHOTO, J. J. M. et al. Construção da Matriz Inter-regional de Insumo-produto para o Brasil: Uma aplicação do TUPI. **Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2017.

GUILHOTO, J. J. M.; FILHO, U. A. S. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, abril-junho 2005.

GUILHOTO, J. J. M.; FILHO, U. A. S. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. **Economia & Tecnologia**, v. 23, outubro/dezembro 2010.

GUILHOTO, J. J. M.; JUNIOR, C. A. G. **Estimação de Sistemas inter-regionais, o método é importante? Uma Comparação entre o TUPI e o IIOAS para as 27 UFs brasileiras**. ANPEC. [S.l.]: [s.n.]. 2018. p. 1-20.

HADDAD, E. A. et al. Interregional Input-Output Matrix for Colombia, 2012. **Borradores de Economía**, Bogotá, 2016.

HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. Matriz Inter-regional de Insumo-Produto São Paulo / Resto do Brasil. **Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2003.

HADDAD, E. A.; EDSON, E. P. D. Matriz inter-regional de insumo-produto Minas Gerais/Resto do Brasil. **Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP – NEREUS**, São Paulo, 2003. 1-26.

HADDAD, E. A.; JÚNIOR, C. A. G.; NASCIMENTO, T. O. Matriz Interestadual de Insumo-Produto para o Brasil: uma Aplicação do Método IIOAS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, São Paulo, v. XI, n. 4, p. 424-446, dezembro 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF: principais resultados: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2009. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/rendimento-despesa-e-consumo/9050-pesquisa-de-orcamentos-familiares.html?=&t=downloads>. Acesso em: 30 junho 2022.

\_\_\_\_\_. **Matriz de Insumo-Produto**. 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html>. Acesso em: 30 junho 2022.

\_\_\_\_\_. **PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. 2019a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=downloads>. Acesso em: 7 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. SCN - Sistema de Contas Nacionais. 2019b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 30 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. SCR - Sistema de Contas Regionais. 2019c. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 30 jun. 2022.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **IPEADATA**. 2008. Disponível em: <http://ipeadata.gov.br/beta3/#/?>. Acesso em: 30 jun. 2022.

ISARD, W. Interregional and Regional Input-Output Analysis: a model of a space-economy. **The Review of Economics and Statistics**, Cambridge, v. 33, n. 4, p. 318-328, 1951.

ISARD, W. et al. **Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science**. 2<sup>a</sup>. ed. Cambridge: THE M.I.T. PRESS, 1962.

JÚNIOR, C. A. G. **Estimando sistemas subnacionais e globais de insumo-produto, o método é importante? Comparando aplicações para o Brasil e para o mundo**. Tese (Doutorado em economia) — USP. São Paulo, p. 245. 2018.

LEONTIEF, W. W. Quantitative input and output relations in the economic system of the United States. **The Review of Economics Statistics**, Cambridge, v. 18, n. 3, p. 105-125, 1936.

\_\_\_\_\_. The structure of American Economy: 1919-1929. **Harvard University Press**, Cambridge, 1941.

\_\_\_\_\_. **Input-Output**. 2<sup>a</sup>. ed. Nova Iorque: Oxford University Press, 1986.

MDIC. COMEXSTAT. **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**, 2022a. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MDIC. SISCOSEV. **Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços**, 2022b. Disponível em: <https://www.siscoserv.mdic.gov.br/g33159SCS/jsp/logon.jsp>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input–Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2<sup>a</sup>. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MTE. Bases Estatísticas RAIS e CAGED. **Ministério do Trabalho e Emprego**, 2019. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

PORSSE, A. A.; HADDAD, E. A.; RIBEIRO, E. P. Estimando uma matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul-Restante do Brasil. **Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2003.

RFB - RECEITA FEDERAL DO BRASIL. **Dados Abertos**. 2019. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/resultado-da-arrecadacao>. Acesso em: 30 jun. 2022.

SILVA, T. M. K. D.; CABRAL, J. D. A.; CABRAL, M. V. D. F. Estrutura Produtiva da Economia do Estado do Rio de Janeiro: Uma Análise de Insumo-Produto. **Revista Econômica**, Rio de Janeiro, 2016.

SIMON, C. P.; BLUME, L. **Matemática para economistas**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SOARES, F. D. A. Trajetórias de Crescimento e Estruturas Produtivas do Ceará e do Maranhão apartir das Matrizes Insumo-Produto. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 196-211, junho 2000.

SOUSA, C. H. C. D. **Renda e produtividade: as amarras do crescimento econômico no estado do Maranhão entre 1994 e 2016**. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís, p. 53. 2019.

SOUSA, C. H. C. D. **Matriz Inter-Regional de Insumo-Produto do Maranhão**. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). São Luís, p. 102. 2023.

STN - SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. **Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI)**. 2023. Disponível em: <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>. Acesso em: 25 ago. 2023.

VALVERDE, R.; DANTAS, M.; VENÂNCIO, L. A inserção da economia baiana nas cadeias regionais de valor: uma análise de insumo-produto. **Bahia anál. dados**, Salvador, junho 2019. 148-161.

## ANEXO A - INDICADORES PARA O RESTO DO BRASIL<sup>11</sup>

Tabela 6 – Multiplicadores de produção (modelos aberto e fechado) – Resto do Brasil

Setores	MPS	Intra	Inter	Direto	Indireto	MPT	MPTT
RBr - Agricultura	1,8087	1,8024	0,0063	0,3979	1,4108	3,0518	2,6550
RBr - Pecuária	1,8399	1,8322	0,0077	0,4297	1,4102	3,4418	2,9305
RBr - Produção Florestal	1,4081	1,4029	0,0052	0,2312	1,1769	2,2049	1,9506
RBr - Indústria Extrativa	1,8370	1,8305	0,0065	0,4467	1,3903	3,2174	2,7767
RBr - Indústria de Transformação	2,2286	2,2186	0,0100	0,6305	1,5981	4,1963	3,5682
RBr - SIUP	1,8472	1,8365	0,0107	0,4634	1,3838	3,2295	2,7882
RBr - Construção	1,9088	1,9016	0,0072	0,4595	1,4493	3,9470	3,2964
RBr - Comércio	1,5796	1,5748	0,0048	0,3385	1,2411	4,0148	3,2374
RBr - Transporte	1,8762	1,8696	0,0066	0,4613	1,4149	4,2329	3,4806
RBr - Alojamento e Alimentação	1,7797	1,7733	0,0064	0,4105	1,3692	3,8571	3,1939
RBr - Informação e Comunicação	1,6715	1,6665	0,0050	0,4076	1,2639	3,9904	3,2501
RBr - Atividades Financeiras	1,4477	1,4447	0,0030	0,2888	1,1589	3,5575	2,8841
RBr - Atividades Imobiliárias	1,1116	1,1113	0,0003	0,0699	1,0417	1,3305	1,2607
RBr - Atividades Complementares	1,5316	1,5271	0,0045	0,3156	1,2160	4,1746	3,3310
RBr - Administração Pública	1,3703	1,3674	0,0029	0,2193	1,1510	5,6237	4,2659
RBr - Educação e Saúde Privadas	1,5710	1,5663	0,0047	0,3360	1,2350	4,5765	3,6172
RBr - Artes	1,6994	1,6929	0,0065	0,4069	1,2925	4,0358	3,2900
RBr - Serviços Domésticos	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	6,6393	4,8392

Fonte: O autor (2024).

Tabela 7 – Multiplicadores de emprego (modelos aberto e fechado) - Resto do Brasil

Setores	MES	Intra	Inter	Direto	indireto	METT	MET1	MET2
RBr - Agricultura	20,73	20,62	0,11	15,44	5,29	28,18	1,34	1,83
RBr - Pecuária	42,34	42,17	0,18	35,27	7,07	51,96	1,20	1,47
RBr - Produção Florestal	24,55	24,34	0,21	20,60	3,95	29,32	1,19	1,42
RBr - Indústria Extrativa	6,44	6,34	0,10	0,53	5,91	14,71	12,22	27,91
RBr - Indústria de Transformação	12,36	12,16	0,20	3,13	9,22	24,15	3,94	7,71
RBr - SIUP	5,72	5,65	0,07	1,74	3,99	14,01	3,30	8,07
RBr - Construção	20,07	19,93	0,14	13,31	6,76	32,29	1,51	2,43
RBr - Comércio	17,77	17,70	0,06	13,67	4,10	32,36	1,30	2,37
RBr - Transporte	14,20	14,10	0,10	8,13	6,08	28,33	1,75	3,49
RBr - Alojamento e Alimentação	24,49	24,37	0,12	18,87	5,63	36,95	1,30	1,96
RBr - Informação e Comunicação	8,44	8,35	0,09	3,28	5,16	22,34	2,57	6,80
RBr - Atividades Financeiras	4,78	4,74	0,04	2,01	2,77	17,44	2,38	8,69
RBr - Atividades Imobiliárias	1,31	1,31	0,00	0,71	0,60	2,62	1,85	3,69
RBr - Atividades Complementares	14,44	14,38	0,07	10,68	3,76	30,29	1,35	2,84
RBr - Administração Pública	10,37	10,33	0,04	7,60	2,76	35,87	1,36	4,72
RBr - Educação e Saúde Privadas	18,20	18,09	0,11	13,27	4,93	36,22	1,37	2,73
RBr - Artes	30,83	30,73	0,10	24,98	5,85	44,84	1,23	1,79
RBr - Serviços Domésticos	90,05	90,05	0,00	90,05	0,00	123,85	1,00	1,38

Fonte: O autor (2024).

<sup>11</sup> As bases de dados e código de programação para replicação dos resultados podem ser acessados em: [https://github.com/caique-codes/MIP\\_Maranhao.git](https://github.com/caique-codes/MIP_Maranhao.git).

Tabela 8 – Multiplicadores de renda (modelos aberto e fechado) – Resto do Brasil

Setores	MRS	Intra	Inter	Direto	indireto	MRTT	MRT1	MRT2
RBr - Agricultura	0,2201	0,2191	0,0010	0,0804	0,1397	0,3967	2,7376	4,9341
RBr - Pecuária	0,2835	0,2823	0,0012	0,1384	0,1451	0,5110	2,0484	3,6922
RBr - Produção Florestal	0,1405	0,1398	0,0007	0,0696	0,0709	0,2541	2,0187	3,6509
RBr - Indústria Extrativa	0,2444	0,2430	0,0014	0,0704	0,1740	0,4405	3,4716	6,2571
RBr - Indústria de Transformação	0,3485	0,3465	0,0020	0,1265	0,2220	0,6280	2,7549	4,9644
RBr - SIUP	0,2447	0,2433	0,0014	0,1041	0,1406	0,4411	2,3506	4,2373
RBr - Construção	0,3610	0,3594	0,0016	0,1923	0,1687	0,6508	1,8773	3,3843
RBr - Comércio	0,4311	0,4302	0,0009	0,3066	0,1245	0,7772	1,4061	2,5349
RBr - Transporte	0,4171	0,4158	0,0013	0,2377	0,1794	0,7524	1,7547	3,1653
RBr - Alojamento e Alimentação	0,3678	0,3667	0,0011	0,2237	0,1441	0,6631	1,6442	2,9642
RBr - Informação e Comunicação	0,4107	0,4092	0,0015	0,2428	0,1679	0,7400	1,6915	3,0478
RBr - Atividades Financeiras	0,3738	0,3729	0,0009	0,2576	0,1162	0,6733	1,4511	2,6137
RBr - Atividades Imobiliárias	0,0387	0,0386	0,0001	0,0130	0,0257	0,0696	2,9769	5,3538
RBr - Atividades Complementares	0,4678	0,4669	0,0009	0,3435	0,1243	0,8434	1,3619	2,4553
RBr - Administração Pública	0,7532	0,7526	0,0006	0,6670	0,0862	1,3576	1,1292	2,0354
RBr - Educação e Saúde Privadas	0,5320	0,5302	0,0018	0,3919	0,1401	0,9592	1,3575	2,4476
RBr - Artes	0,4135	0,4122	0,0013	0,2638	0,1497	0,7454	1,5675	2,8256
RBr - Serviços Domésticos	0,9988	0,9988	0,0000	0,9988	0,0000	1,8000	1,0000	1,8022

Fonte: O autor (2024).

Tabela 9 – Índices de ligação (modelos de oferta e demanda) – Resto do Brasil

Setores	Ligação para trás	Ligação para frente	Ligação p/ frente - Ghosh	Setor-Chave
RBr - Agricultura	1,10	1,00	1,09	Sim
RBr - Pecuária	1,12	0,85	1,36	Sim
RBr - Produção Florestal	0,86	0,72	1,04	Não
RBr - Indústria Extrativa	1,12	1,02	1,15	Sim
RBr - Indústria de Transformação	1,35	5,14	1,15	Sim
RBr - SIUP	1,12	1,64	1,33	Sim
RBr - Construção	1,16	0,90	0,75	Não
RBr - Comércio	0,96	1,99	1,03	Não
RBr - Transporte	1,14	1,61	1,33	Sim
RBr - Alojamento e Alimentação	1,08	0,81	0,77	Não
RBr - Informação e Comunicação	1,02	1,28	1,15	Sim
RBr - Atividades Financeiras	0,88	1,58	1,12	Não
RBr - Atividades Imobiliárias	0,68	0,89	0,73	Não
RBr - Atividades Complementares	0,93	2,42	1,47	Não
RBr - Administração Pública	0,83	0,68	0,61	Não
RBr - Educação e Saúde Privadas	0,96	0,77	0,69	Não
RBr - Artes	1,03	0,73	0,76	Não
RBr - Serviços Domésticos	0,61	0,61	0,58	Não

Fonte: O autor (2024).



Tabela 10 – Impactos absolutos e relativos das extrações hipotéticas de setores da economia Resto do Brasil

Setores	Extração-Trás	ET (%)	Extração-Frente	EF (%)
RBr - Agricultura	317.025	2,52	344.191	2,73
RBr - Pecuária	128.389	1,02	204.762	1,63
RBr - Produção Florestal	14.743	0,12	29.034	0,23
RBr - Indústria Extrativa	322.299	2,56	374.483	2,97
RBr - Indústria de Transformação	2.800.622	22,23	2.195.610	17,43
RBr - SIUP	270.508	2,15	411.005	3,26
RBr - Construção	460.944	3,66	147.440	1,17
RBr - Comércio	745.162	5,92	976.208	7,75
RBr - Transporte	481.802	3,82	701.708	5,57
RBr - Alojamento e Alimentação	255.511	2,03	104.914	0,83
RBr - Informação e Comunicação	247.287	1,96	358.825	2,85
RBr - Atividades Financeiras	270.989	2,15	555.607	4,41
RBr - Atividades Imobiliárias	74.926	0,59	171.956	1,37
RBr - Atividades Complementares	382.500	3,04	1.092.406	8,67
RBr - Administração Pública	540.107	4,29	62.456	0,50
RBr - Educação e Saúde Privadas	245.654	1,95	76.333	0,61
RBr - Artes	158.413	1,26	71.172	0,57
RBr - Serviços Domésticos	576	0,00	1.873	0,01

Fonte: O autor (2024).