

Glaúber Tulio Fonseca Coelho  
Daniel Massen Frainer  
José Francisco dos Reis Neto

# Dimensão Econômica e Ambiental dos Setores Produtivos de Campo Grande

uma análise de insumo -produto da renda e do consumo e  
sua relação com emissões de dióxido de carbono



Glauber Tulio Fonseca Coelho

Daniel Massen Frainer

José Francisco dos Reis Neto

# **DIMENSÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL DOS SETORES PRODUTIVOS DE CAMPO GRANDE**

**UMA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO DA RENDA E DO  
CONSUMO E SUA RELAÇÃO COM EMISSÕES DE DIÓXIDO DE  
CARBONO (CO<sub>2</sub>)**

EDITORA PASCAL

2023

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

**Edição e Diagramação:** Eduardo Mendonça Pinheiro

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Bibliotecária:** Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

Dr<sup>a</sup>. Eliane Rosa da Silva Dilkin

Dr. José Ribamar Neres Costa

Dr<sup>a</sup>. Selma Maria Rodrigues

Dr. Fabio Antonio da Silva Arruda

Dr. Raimundo Luna Neres

Dr. Elmo de Sena Ferreira Junior

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**D582c**

Coelho, Glauber Tulio Fonseca; Frainer, Daniel Massen; Reis Neto, José Francisco dos  
Dimensão econômica e ambiental dos setores produtivos de Campo Grande:  
uma análise de insumo-produto da renda e do consumo e sua relação com emis-  
sões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) / Glauber Tulio Fonseca Coelho, Daniel Massen  
Frainer, José Francisco dos Reis Neto — São Luís: Editora Pascal, 2023.

71 f. : il.:

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-005-0

D.O.I.: 10.29327/5317996

1. Desenvolvimento. 2. Campo Grande. 3. Pesquisa. I. Coelho, Glauber Tulio Fonse-  
ca. II. Frainer, Daniel Massen. III. Reis Neto, José Francisco dos. IV. Título.

CDU: 330.34:332.146.2 (817.1NZ)

Qualquer parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam  
quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação  
ou quaisquer outros, desde que seja citado o autor.

# APRESENTAÇÃO

**M**inha pesquisa de doutorado representa uma análise abrangente da matriz insumo-produto na vibrante cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Como pesquisador na área de meio ambiente e economia, mergulhei nas intrincadas relações entre os diversos setores da economia local, desvendando suas interdependências intrincadas. Ao estudar as ligações para frente e para trás, pude identificar os elos cruciais que conectam as atividades econômicas, revelando como um setor impacta diretamente outros ao seu redor.

A compreensão dessas relações vai além de um simples mapeamento econômico; ela se torna a chave para desvendar oportunidades de crescimento e otimização. Ao destacar como os diferentes setores se influenciam mutuamente, meu trabalho fornece uma visão estratégica que pode orientar políticas de desenvolvimento regional de maneira mais precisa e eficaz.

Essa abordagem é fundamental para a sustentabilidade econômica a longo prazo, pois permite antecipar e mitigar impactos negativos, ao mesmo tempo em que identifica áreas propícias para investimento e fortalecimento. Em suma, a matriz insumo-produto emerge como uma ferramenta indispensável para construir bases sólidas que impulsionam o desenvolvimento regional, alinhando-se perfeitamente com os objetivos de um futuro mais próspero e equitativo para Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

## AUTORES

### **Glauber Tulio Fonseca Coelho**

Possui Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional - UNIDERP (2020), Mestrado em Engenharia Civil (Concentração: Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2009), MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas - FGV e graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (2006). Discente do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é Coordenador Acadêmico da Faculdade Anhanguera de São Luís, bem como professor de disciplinas na área de Meio Ambiente e Tecnologia da Construção. Possui experiência em Gestão do Ensino Superior, Processos Regulatórios do Ensino Superior, Construção Civil, Gestão de Projetos, Meio Ambiente, Hidrologia e Drenagem. Empresário no setor de livros virtuais científicos, sócio proprietário da Editora Pascal LTDA. Avaliador do MEC / INEP para cursos de ensino superior.

### **Daniel Massen Frainer**

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Santa Maria (2000), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004) e doutorado em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010). Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos, atuando principalmente nos seguintes temas: Mato Grosso do Sul, Desenvolvimento Regional, Economia Industrial, Mercado de Trabalho e Meio Ambiente. Atualmente desenvolvendo projetos relacionados com o tema de Matriz de Insumo-Produto Regional.

### **José Francisco dos Reis Neto**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1974), mestrado em Investigación en Administración y Economía de la Empresa - Universidad de Salamanca (2008) e mestrado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000). Doutor em Economía de la Empresa pela Universidad de Salamanca, Espanha, com qualificação Sobressaliente Cum Laude e menção Doutor Internacional. Atualmente é pesquisador da Fundação Manoel de Barros, professor da Universidade Anhanguera - Uniderp, os cursos de graduação de Administração, Agronomia e Medicina Veterinária, e nos Programas Stricto Sensu em MPA - Produção e Gestão Agroindustrial e em MDR - Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>AUTORES .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumo Geral.....</b>	<b>7</b>
<b>General Summary.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Revisão de Literatura.....</b>	<b>14</b>
2.1 História e Conceituação de Matriz Insumo-Produto.....	14
2.2 O modelo de insumo e produto aplicado à energia e meio ambiente .....	15
2.3 O modelo de I-P e suas aplicações em todo o mundo .....	16
2.4 Avaliação do ciclo de vida de insumo-produto.....	18
2.5 Equações Formais para Estimativa de Camada de Pegada .....	19
2.6 Comparação das Pegadas de Carbono de Nível 1, Nível 2 e Nível 3.....	20
2.7 Método de Decomposição estrutural baseado na matriz de insumo produto.....	22
Referências.....	23
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>28</b>
Resumo.....	29
Abstract.....	29
<b>1. Introdução .....</b>	<b>30</b>
<b>2. Material e Métodos.....</b>	<b>31</b>
<b>3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>32</b>
<b>4. Conclusões.....</b>	<b>40</b>
Referências.....	40
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>43</b>
Resumo.....	44
Abstract.....	44
<b>1. Introdução .....</b>	<b>45</b>
<b>2. Material e Métodos.....</b>	<b>46</b>
<b>3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>53</b>
<b>4. Conclusão .....</b>	<b>65</b>
Agradecimentos.....	66
Referências.....	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>



## Resumo Geral

Este trabalho segue a linha de Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável e visou elaborar uma matriz insumo-produto da cidade de Campo Grande (MS), que possibilitou a análise, dentre outras aplicações, da estrutura produtiva do município, seus setores econômicos (produção, emprego, renda, etc) e suas inter-relações. Com isso buscou explicitar como se relacionam os diversos setores econômicos do município em seu modo de produção atual (entendendo sua relação de demanda atual por recursos naturais e energéticos), com uma externalidade ambiental específica, a produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), contribuindo para políticas de desenvolvimento, ambiente e sustentabilidade. Em um primeiro momento, este trabalho objetivou realizar uma revisão narrativa de literatura sobre a temática das matrizes de insumo produto, em seus fundamentos e metodologia, incluindo o entendimento dos multiplicadores diretos, indiretos e totais de renda e emprego, além do entendimento e importância dos índices de ligação para frente e para trás. Em um segundo momento, este trabalho construiu e operacionalizou a matriz insumo produto de Campo Grande, para 25 setores de sua economia, calculando seus índices de ligação, bem como multiplicadores de efeito direto, indireto, induzido e total. Concluiu-se nesta pesquisa que os setores-chave da economia de Campo Grande – MS são os setores de Indústria de Papel e Celulose, da Fabricação de Laticínios, dos Serviços às Famílias, da Administração Pública, da Educação Privada e do Alojamento Alimentação. Concluiu-se também que os dois primeiros setores são os maiores geradores de emprego e renda para cidade no ano de 2014. Por fim, este trabalho comparou os setores chave da economia da cidade com trabalhos realizados a nível nacional e regional e concluiu que o setor da Indústria de Papel e Celulose é um setor chave da economia de Campo Grande com maior potencial emissor de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Campo Grande; Matriz Insumo-produto; Desenvolvimento, Ambiente e Sustentabilidade; Economia Regional; Planejamento e Políticas Públicas Ambientais.

## General Summary

This work follows the line of Society, Environment and Sustainable Regional Development and aimed to elaborate an input-product matrix of the city of Campo Grande (MS), which allowed the analysis, among other applications, of the municipality's productive structure, its economic sectors (production, employment, income, etc.) and their interrelations. Thus, it sought to explain how the various economic sectors of the municipality relate to their current production mode (understanding their current demand for natural and energy resources), with a specific environmental externality, the production of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), contributing to development, environment and sustainability policies. At first, this study aimed to carry out a narrative review of the literature on the theme of product input matrices, in their fundamentals and methodology, including the understanding of direct, indirect and total income and employment multipliers, in addition to understanding and the importance of forward and backward link indices. In a second step, this work built and operationalized the product input matrix of Campo Grande, for 25 sectors of its economy, calculating its connection rates, as well as multipliers of direct, indirect, induced and total effects. It was concluded in this research that the key sectors of the economy of Campo Grande - MS are the sectors of Pulp and Paper Industry, Dairy Manufacturing, Family Services, Public Administration, Private Education and Food Accommodation. It was also concluded that the first two sectors are the biggest generators of jobs and income for the city in 2014. Finally, this work compared the key sectors of the city's economy with works carried out at national and regional level and concluded that the sector of the Pulp and Paper Industry is a key sector of the Campo Grande economy with the greatest CO<sub>2</sub> emission potential.

**Keywords:** Campo Grande; Input-output model; Development, Environment and Sustainability; Regional Economics; Planning and Environmental Public Policies.



# **Introdução** **geral**

Dimensão econômica e ambiental dos setores  
produtivos de Campo Grande

## 1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente está em constante transformação. A humanidade causou suas próprias mudanças nos últimos séculos, mas, desde a Revolução Industrial a taxa de mudanças e interferências no meio-ambiente tem aumentado cada vez mais. O ser humano tem a necessidade de usar os recursos naturais disponíveis para produzir tudo aquilo que pode proporcionar uma vida melhor e mais confortável a ele.

No período recente pode ser constatado uma crescente preocupação com a questão de preservação do meio ambiente. A sociedade passa a se conscientizar sobre os problemas ambientais e, com isso, pressiona os setores público e privado para conciliar crescimento econômico com preservação ambiental, passando-se, dessa forma, a interligar a destruição ambiental com a destruição da humanidade.

De acordo com Motta (1996), o crescimento econômico e a preservação ambiental são frequentemente considerados objetivos antagônicos. Existem evidências suficientes para comprovar que a industrialização, a expansão da fronteira agrícola e a urbanização criam pressões significativas na base natural de uma economia, seja pela utilização acelerada de recursos naturais exauríveis nos processos produtivos, seja devido à geração de poluição que degrada a qualidade ambiental. O autor afirma também que, com evidências igualmente robustas, as nações, atualmente consideradas as mais ricas, alcançaram níveis satisfatórios de crescimento à custa destas perdas ambientais. Portanto, tal padrão de crescimento se torna inevitável para aquelas nações que hoje se encontram ainda em processo de desenvolvimento.

É fato praticamente indiscutível que grande parte dos impactos causados ao meio ambiente tem conexão direta ou indireta com atividades econômicas. Essa conexão se dá, dentre outras razões, pela utilização de recursos naturais extraídos diretamente da natureza para utilização em estado natural ou para utilização após processos de refinamento. Além disso, para todas as atividades econômicas, existe uma saída poluidora que impacta o meio ambiente, como efluentes em corpos hídricos, efluentes atmosféricos, resíduos sólidos, dentre outros.

Fordsund (1995) reforça que é necessário colocar considerações ambientais no mapa quando decisões econômicas, que tem repercussões ambientais, são tomadas. Vários dados sobre impactos ambientais, coletados por organismos de gerenciamento ambiental, podem ser sistematizados e organizados consistentemente, ligando as atividades econômicas e o ambiente. Tais esforços podem aumentar a consciência das possíveis consequências ambientais das atividades econômicas.

Entendendo a forma como os diversos setores do sistema produtivo de uma economia se inter-relacionam, ou seja, quanto cada setor produtivo utiliza como insumo dos outros setores é possível não só identificar as relações econômicas mais danosas ao meio ambiente, como estimar situações futuras baseado em projeções econômicas.

Com muita eloquência, Guilhoto (2011) explana o que foi o trabalho de Leontief ao criar a matriz de insumo-produto, afirmando que ele conseguiu construir uma fotografia econômica da própria economia; nesta fotografia, ele mostrou como os setores estão relacionados entre si - ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores comprem de quem. O resultado foi uma visão única e compreensível de como a economia funciona - como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

O autor mencionado explica ainda que esse sistema de interdependência é formal-

mente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimento. Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza desta dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente.

A matriz de insumo-produto (MIP) decompõe os fluxos entre as atividades econômicas e os fatores primários, descrevendo a estrutura interna de cada setor produtivo e do conjunto da economia. Ela é um instrumento importante para avaliar as interdependências entre os setores produtivos, possibilitando identificar seus efeitos multiplicadores sobre a produção, o emprego e a renda. Além disso, ela também possibilita medir o impacto de políticas públicas, auxiliando no planejamento econômico (WIEBUSCH e FOCHEZATTO, 2008).

Neste sentido, é bastante pertinente considerar a aplicação de modelos ampliados de insumo-produto para melhor compreender os problemas ambientais, examinando as relações entre a atividade econômica e a poluição, tendo em vista que a solução, ou ao menos parte dela, está bastante relacionada com o funcionamento das economias (FORSELL e POLENSKE, 1998).

Este trabalho, portanto, construiu a matriz insumo-produto da cidade de Campo Grande, capital do estado do Mato Grosso do Sul. A construção dessa matriz possibilitou a análise, dentre outras aplicações, da estrutura produtiva do município, seus setores econômicos (produção, emprego, renda, etc.) e suas inter-relações. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), Campo Grande tem Área Territorial de 8.092,951 km<sup>2</sup> [2018], População estimada de 895.982 pessoas [2019], Densidade demográfica de 97,22 hab/km<sup>2</sup> [2010], um Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,784 [2010] e PIB per capita de R\$ 30.924,89 [2017]. Sobre este último valor, de acordo ainda com o IBGE, Campo Grande é o 34º município em renda per capita do estado [2017]. Por ser a capital do estado do Mato Grosso do Sul, destaca-se a importância de estudar sua estrutura econômica.

Com a compreensão destas inter-relações, este trabalho buscou explicitar como se relacionam os diversos setores econômicos do município em seu modo de produção atual (entendendo sua relação de demanda atual por recursos naturais e energéticos), com uma externalidade ambiental específica, a produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Desta forma, o trabalho se justifica à medida que promove uma relação direta entre os setores econômicos e seu nível de emissão de gás carbônico, fornecendo subsídios para setores governamentais e não governamentais na análise dos prováveis impactos ao meio ambiente relacionados a emissão de gás carbônico, resultantes de novas políticas ou cenários econômicos municipais.

Ficam então definidos os objetivos específicos:

- Fazer revisão narrativa da literatura que trata da aplicação do modelo de insumo-produto para o estudo de problemas relacionados à poluição e ao meio-ambiente;
- Construir e operacionalizar um modelo regional generalizado de insumo-produto, tendo como base a revisão da literatura;
- Construir e operacionalizar um modelo regional generalizado de insumo-produto, e relacionar os resultados empíricos do modelo construído com emissões de CO<sub>2</sub> na literatura pertinente ao assunto.
-



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 História e Conceituação de Matriz Insumo-Produto

Quando Wassily Leontief publicou seu trabalho “Relações Quantitativas de Entrada e Saída no Sistema Econômico dos Estados Unidos” na Revista de Economia e Estatística (agosto de 1936), ele lançou uma revolução na análise econômica que ganhou muita força e notoriedade. O trabalho, que representa um ponto de virada no desenvolvimento do pensamento econômico, não atraiu, de imediato grande atenção, mas apenas por uma questão de momento. Os EUA estavam no meio da Grande Depressão e John Maynard Keynes havia acabado de publicar sua Teoria Geral de Emprego, Juros e Moeda, um tratado que imediatamente atraiu a atenção mundial, uma vez que se concentrou no problema do desemprego crônico nas economias capitalistas daquela época.

Leontief (1951) não estava preocupado com as causas do desequilíbrio em um determinado tipo de sistema econômico durante uma fase particular de seu desenvolvimento. Ele estava interessado na estrutura dos sistemas econômicos, na forma como os componentes de uma economia se encaixam e influenciam-se mutuamente. Leontief (1951) formou um modelo analítico que pode ser aplicado a qualquer tipo de sistema econômico durante qualquer fase do seu desenvolvimento. Como ele mesmo observou, a análise de entrada e saída é acima de tudo uma ferramenta analítica. Pode ser usado na análise de uma grande variedade de problemas econômicos e como guia para a implementação de vários tipos de políticas econômicas.

Leontief (1951), então criou uma ferramenta, a matriz de insumo-produto, que explicita as relações entre os diversos setores da economia. De acordo com Guilhoto (2005), esse sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto e suas representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimentos. Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, típica e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza dessa dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente.

De acordo com Grijó e Bêrni (2006), o modelo fechado de Leontief é descrito por um conjunto de equações linearmente homogêneas, o que implica que lhe cabem infinitas soluções. Assim, buscando viabilizar a construção de uma equação reduzida do modelo, com as variáveis exógenas dadas como função de um conjunto endógeno, o próprio Leontief, na formulação estruturada em 1952, criou um vetor de demanda das famílias capaz de eliminar a dependência linear do sistema. Desse modo, com a eleição de uma única suposição de natureza comportamental/tecnológica, o modelo mantém seu caráter linear, mas transforma-se num conjunto de equações não homogêneas passível de solução.

Ainda de acordo com os autores, a construção do modelo requer a coleta de dados originários das transações econômicas que as atividades produtivas estabelecem entre si, enquanto setores produtores e consumidores de bens e serviços, e da demanda externa ao setor produtivo, ou demanda final, observados a partir de uma definição geográfica e lapso de tempo específicos.

Grijó e Bêrni (2006) falam ainda que um esforço considerável é despendido pelos institutos estatísticos na construção dessas duas tabelas, tarefa que exige a agregação criteriosa da elevada diversidade de produtos em grupos de produtos e das empresas em setores de atividade. Os grupos de produtos procuram manter homogeneidade em relação a sua origem e destino e os setores de atividade produtiva agregam estabelecimentos com

estruturas de produção e consumo intermediário relativamente homogêneos. A metodologia adotada acaba por determinar uma natural correspondência entre ambos os conjuntos. Dessa maneira, por exemplo, os produtos agropecuários são predominantemente produzidos pelo setor agropecuário, e os equipamentos eletrônicos, predominantemente produzidos pela indústria de equipamentos eletrônicos.

Na figura 1, segundo Guilhoto (2004), é possível observar como é dado o relacionamento de insumo-produto entre os diversos setores da economia. Parte-se de uma relação entre compradores e vendedores, que compõem o agregado total de cada setor, levando em consideração também os vários componentes de demanda final (consumo final) que é agrupado na forma de consumo das famílias, consumo do governo, investimentos e exportações. Consequentemente para se produzir são necessários insumos, impostos são pagos, importam-se produtos e gera-se valor adicionado (pagamento de salários, remuneração do capital e da terra agrícola), além da criação de empregos.

	Setores Compradores		
Setores Vendedores	Insumos Intermediários	Demanda Final	Produção Total
	Impostos Indiretos Líquidos ( <i>III</i> )	<i>III</i>	
	Importações ( <i>M</i> )	<i>M</i>	
	Valor Adicionado		
	Produção Total		

**Figura 1.** Relações Básicas de Insumo-Produto. **Fonte:** Guilhoto (2004)

No Brasil, a matriz de insumo-produto vem sendo elaborada desde 1970 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com periodicidade quinquenal (CARVALHEIRO,1998). O IBGE calculou as matrizes de insumo-produto para os anos de 1985, 1990 a 1996 ano a ano, 2000, 2005 e 2010 no Brasil (IBGE, 2016). Para o Mato Grosso do Sul, o IBGE desenvolveu a matriz de insumo-produto para o ano de 2010 contemplando 32 setores e 45 produtos.

## 2.2 O modelo de insumo e produto aplicado à energia e meio ambiente

A matriz de insumo produto oportunamente combinada com dados sobre energia e meio ambiente, pode avaliar os consumos energéticos diretos e indiretos e emissões de poluentes provenientes da geração de bens e serviços necessários para atender a demanda final dos consumidores.

A estimativa das emissões de carbono usando tabelas de Insumo produto (“I-P”) foi feita por vários autores em vários países do mundo. Nos últimos anos, muita atenção tem sido dada para ampliar a estrutura de insumo-produto de Leontief para levar em conta o uso de energia e a poluição ambiental associada às atividades interindustriais.

O modelo de insumo produto fornece informações precisas sobre o deslocamento das emissões de CO<sub>2</sub> através do comércio setorial e é uma abordagem amplamente aceita para estimar as emissões indiretas de CO<sub>2</sub> desde os anos de 1960 (SHENG *et al.*, 2016).

Esta seção revisa artigos sobre a) estimativa de emissões de carbono usando modelos I-P e b) aplicação de modelos I-P às análises das emissões estimadas de carbono.

## 2.3 O modelo de I-P e suas aplicações em todo o mundo

Dentre os primeiros trabalhos de estimativa de impacto ambiental utilizando o modelo de insumo produto foi o de Cumberland (1951), Ayres e Kneese (1969), Bullard e Herendeen (1975), Griffin (1976) entre outros.

Lin (1998) analisou os efeitos do desenvolvimento econômico, investimentos, comércio de energia e limitações ambientais na formação do desenvolvimento energético da China usando o modelo I-P.

Ele destacou que a participação do carvão na produção e no consumo de energia primária aumentará até 2020 e, em seguida, será amplamente substituída por gás, energia nuclear e renováveis.

Lenzen (1998) estimou as necessidades de energia primária direta e indireta e os gases de efeito estufa associados para um dado conjunto de estimativas de consumo final australiano.

Os autores consideraram as disparidades setoriais nos preços da energia, na formação de capital e nos fluxos de comércio internacional e relataram as estimativas para as intensidades de energia primária e de gases de efeito estufa usando o modelo.

Munksgaard e Pedersen (2001) discutiram a possibilidade de reduzir as emissões de carbono para a Dinamarca, demonstrando as consequências do uso de dois princípios básicos de contabilidade: produção versus consumo.

Ao subtrair o total de emissões com base em dois princípios, os autores desenvolveram o conceito de “balança comercial de CO<sub>2</sub>” e mostraram que a balança comercial de CO<sub>2</sub> evoluiu dramaticamente de um déficit de 7 milhões de toneladas para um superávit de 0,5 milhão de toneladas de 1989 a 1994.

Machado (2000) avaliou os impactos do comércio exterior no uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub> para a economia brasileira para os anos 1985, 1990 e 1995, aplicando um modelo de I-P de *commodities* por indústria em unidades híbridas. Os coeficientes de energia total e de intensidade de carbono por *commodity* são derivados e aplicados às estatísticas de comércio para avaliar a energia e o carbono incorporados no comércio exterior do país. O autor também discute efeitos da liberalização do comércio nos padrões de uso de energia e emissões de CO<sub>2</sub> do Brasil.

Cruz (2002) realizou uma abordagem de insumo-produto analisando a estrutura econômica de forma a estabelecer a ligação explícita entre o nível de atividade econômica, seu impacto correspondente no meio ambiente e / ou as interações de energia correspondentes. O jornal estimou as intensidades energéticas e as emissões de CO<sub>2</sub> derivadas do uso de combustíveis fósseis em Portugal.

Tunc et al. (2007) estimaram as emissões de CO<sub>2</sub> para a economia turca usando um extenso modelo I-P para o ano de 1996. Os autores identificaram as fontes de emissões de CO<sub>2</sub> e ‘responsabilidade CO<sub>2</sub>’, que levam em conta o conteúdo de CO<sub>2</sub> das importações e o volume de comércio exterior. O documento concluiu que o principal contribuinte de emissões é a indústria manufatureira, seguida pelos setores agrícola e pecuário.

Mongelli et al. (2006) destacaram a importância de incluir países em desenvolvimento ou economias em transição nos compromissos com o Protocolo de Kyoto. Os autores utilizaram o modelo I-P para calcular as intensidades do consumo de energia e a respectiva emissão de carbono para todos os setores econômicos da Itália, discutindo a implicação das relações comerciais da Itália com economias em transição e seus resultados sobre emissão de carbono.



Alcântara e Padilla (2006) apresentaram uma abordagem para identificar os setores produtivos “chave” responsáveis pela emissão de CO<sub>2</sub> na Espanha. Estes autores desenvolveram uma metodologia de I-P sob a perspectiva da oferta, e focaram no impacto do aumento no valor agregado de diferentes setores produtivos sobre as emissões totais de CO<sub>2</sub>. Além disso, discutiram a contribuição de vários setores para a emissão de CO<sub>2</sub> sob a perspectiva da produção e sugeriram os setores que mereciam maior atenção, com o objetivo de atender às metas de emissão de CO<sub>2</sub>.

Os parágrafos abaixo discutem a aplicação de modelos I-P para entender as estimativas de emissão de carbono para uma economia. Comom e Salma (1992) descreveram modelos I-P para alocar o total de emissões da Austrália. Analisam ainda a evolução no total de emissões atribuíveis às mudanças na demanda final, mistura de combustíveis e tecnologia.

Bossier e Rous (1992) avaliaram as consequências da introdução do imposto sobre carbono para a economia belga estudando dois cenários usando tabelas I-P. Estes autores comparam o cenário resultante da introdução de uma taxa de carbono de cerca de 23,5 ecus (unidade de moeda europeia) por unidade de emissão de CO<sub>2</sub>, com o da combinação de impostos com incentivos para investimentos em poupança de energia.

Os resultados sugerem que é necessária a combinação de um conjunto de políticas de medidas de tributação com várias formas de subsídios aos investimentos para atender aos requisitos internacionais de estabilização das emissões de CO<sub>2</sub>.

Proops *et al.* (1993) estudaram as mudanças históricas nas emissões de CO<sub>2</sub> para os EUA e a Comunidade Europeia, decompondo a economia de acordo com os efeitos do mix de combustível e os efeitos do mix de produção setorial.

Gay e Proops (1993) usaram tabelas de I-P do Reino Unido para o ano de 1984 para explorar os efeitos do equilíbrio entre o combustível fóssil e outras formas de geração de eletricidade e de mudança da composição da demanda final por bens e serviços.

Korres (1996) mediu a extensão das mudanças estruturais e tecnológicas para a economia grega ao dividir a mudança total em partes, primeiramente devido às mudanças nos coeficientes de insumo-produto (mudança tecnológica) e, em segundo lugar, devido às mudanças e composição da demanda final.

Lin e Chang (1996) usaram a abordagem do índice Divisia para decompor as alterações de emissões de SO<sub>2</sub>, NOx e CO<sub>2</sub> dos principais setores econômicos durante o período de 1980 a 1992. Estes autores realizaram a decomposição nas mudanças de emissões segundo cinco componentes, que são o coeficiente de poluição, a mistura de combustíveis, a intensidade energética, o crescimento econômico e a estrutura industrial.

Os autores destacaram as inter-relações entre o uso de energia e a qualidade ambiental e forneceram *insights* para a formulação de políticas, recomendando que a melhoria na eficiência energética, controle da poluição e substituição de combustíveis fossem as principais opções para reduzir as emissões de Taiwan.

Chang e Lin (1998) empregaram análise de decomposição estrutural de insumo-produto para examinar as tendências de emissão e os efeitos das mudanças industriais de emissão de CO<sub>2</sub> em Taiwan durante 1981-1991. Os resultados indicaram que o principal fator para o aumento da emissão de CO<sub>2</sub> é o nível da demanda final interna e as exportações, enquanto a intensidade do CO<sub>2</sub> industrial durante este período foi reduzida.

Liaskas *et al.* (2000) identificaram fatores que influenciaram mudanças no nível de emissões industriais de CO<sub>2</sub> para países da União Europeia. Utilizando o método de de-

composição, as mudanças observadas são analisadas em quatro fatores diferentes: nível de produção, intensidade de energia, mistura de combustível e mudança estrutural. Segundo estes autores, os resultados evidenciam que é possível obter redução nas emissões de CO<sub>2</sub> sem afetar negativamente o crescimento econômico.

Hann (2001) conduziu um estudo usando análise de decomposição estrutural de insumo produto e discutiu mudanças anuais no número de poluentes atmosféricos e resíduos sólidos decompostos de acordo com suas causas para os Países Baixos durante 1987 a 1998.

Tuyet e Ishihara (2006) analisaram as mudanças na intensidade de energia incorporada no Vietnã durante 1996 a 2000 usando o método de análise de decomposição estrutural de insumo produto e sua expansão da série de energia para o setor de processamento de arroz.

Lise (2006) argumenta que o crescimento das emissões na Turquia, no período 1980-2003, foi de quase 80% como resultado do crescimento da economia. Esta evolução foi em parte resultado da mudança estrutural em direção a setores mais intensivos em energia, de um aumento na intensidade de carbono da energia, e de diminuição da intensidade de energia compensada.

Munksgaard et al. (2006) mostraram o uso da abordagem I-P para enumerar problemas de consumo sustentável. O artigo demonstrou que a modelagem de insumo produto tem uma ampla gama de aplicações orientadas para o ciclo de vida quando combinadas com outras fontes de dados, como estatísticas detalhadas do comércio, estatísticas estrangeiras de insumo-produto e ambientais e dados de gastos das famílias.

Marriott (2007) baseou-se em uma ferramenta econômica existente de insumo-produto para os EUA, adicionando detalhes sobre o setor elétrico, especificamente diferenciando entre as várias funções do setor e diferentes meios de geração de energia. Sua análise mostrou que os ativos de geração em uma região têm um grande impacto sobre os impactos ambientais associados ao consumo de eletricidade, enquanto a negociação interestadual torna as diferenças menores.

O autor também realizou uma coletânea atualizada da literatura existente abordando experiências japonesas usando modelos de I-P voltada às questões de energia e meio ambiente, destacando a história do modelo japonês de I-P, que remonta a 1970.

No Japão, particularmente, tem havido um amplo retrospecto de utilização de tais modelos para a questão ambiental, especialmente quanto aos impactos locais.

Em 1971, o Ministério do Comércio Internacional e Indústria (em inglês, MITI) construiu a tabela de I-P para a análise da poluição ambiental em 1968. Essa tentativa de fazer a tabela de insumo-produto para a análise da poluição ambiental foi o primeiro caso no mundo.

Posteriormente, o MITI criou a tabela de insumo-produto para a análise da poluição ambiental em 1973 em 1976. A primeira era uma tabela regional, enquanto a segunda era uma tabela nacional.

O grupo de pesquisa liderado por Yoshioka no Keio Economic Observatory (KEO), Universidade de Keio, em 1992, compilou a Tabela de Insumo produto para Análise Ambiental em 1985 que visava CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> (YOSHIOKA et al., 1991).

Foram estimados insumos de energia, insumos de calor e emissões por setores com uma tabela de transações de insumo-produto. A tabela foi usada para a avaliação do ciclo de vida (ACV) de várias tecnologias - geração de energia, produção de aço, produção de veículos, processo de reciclagem e assim por diante, e para análise da relação entre comportamento e ambiente dos consumidores e da estimativa das emissões de CO<sub>2</sub> no comércio

bilateral (ASAKURA *et al.*, 2001).

Na sequência deste estudo, vários institutos de pesquisa e empresas começaram a fazer as tabelas de I-P para a análise de energia e meio ambiente, tais como o Instituto Nacional de Estudos Ambientais (em inglês, NIES) (MORIGUCHI *et al.*, 1993), e Instituto Central de Pesquisa da Indústria de Energia Elétrica (CRIEPI).

Este último também expandiu a tabela e estimou os insumos energéticos para a extração, produção e transporte de produtos importados, e os outros gases de efeito estufa, como NH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Eles têm ampla experiência de Avaliação de Ciclo de Vida de várias tecnologias (MORIGUCHI *et al.*, 1993).

O grupo de pesquisa no NIES (instituto japonês de estudos ambientais) combinou a análise de insumo-produto com a análise do fluxo de materiais (MORIGUCHI, 1999). Recentemente desenvolveu o indicador para atividade de consumo eco-eficiente (NANSAI *et al.*, 2007). “Hybrid LCA” ou “Related Process Model” é atualmente usado como a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida que combina o modelo *top-input-output* e *bottom up* (MATSUHASHI *et al.*, 2002).

Yoshida *et al.* (2000) desenvolveu “a tabela de insumo produto tridimensional”, voltada à avaliação ambiental da produção conjunta. Aplicando a lei de conservação de matéria ao quadro de insumo-produto, Nishimura *et al.*, 1996) analisaram a produção conjunta.

Para estimar a carga ambiental precisa de bens importados, foi desenvolvida uma tabela internacional de insumo-produto que representa a interdependência da economia global, incluindo o Japão.

Em 1995, o Instituto de Pesquisa de Comércio Internacional e Indústria, MITI, construiu “a Tabela de Insumo-Produto do Japão-China para Análise de Energia e Poluentes do Ar Usando Classificação Comparável da Indústria em 1985” visando CO<sub>2</sub> e SO<sub>x</sub>, em colaboração com o Bureau Estatístico da China, e da Administração Estatal de Proteção Ambiental da China (HAYAMI *et al.*, 1997).

O MITI, Organização para o Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Energia Industrial (NEDO), o Instituto de Economia da Energia do Japão (IEEJ) e o Instituto de Economias em Desenvolvimento da Organização de Comércio Exterior do Japão (IDE-JETRO) fizeram as tabelas de insumo-produto para a análise de energia e meio ambiente nos países do Leste Asiático (NEDO, 1999).

Depois dessas tentativas, a KEO e o Departamento Nacional de Estatística dos países do Leste Asiático reuniram em conjunto a tabela do “Desenvolvimento Econômico e Navegador Ambiental (EDEN)”, que era a tabela do tipo Chenery-Moses (KEO, 2012).

A Shimpo desenvolveu a tabela EDEN para a tabela internacional de insumo produto do tipo Isard (SHIMPO, 2002). Ele também construiu o modelo econômico multissetorial usando esse banco de dados e executou uma simulação da limitação de emissões de CO<sub>2</sub> no Japão (SHIMPO, 2002).

Há muitos exemplos de estudos usados na tabela de insumo produto para a análise de energia e ambiente como base de dados do modelo econométrico multissetorial e modelo CGE (SHIMPO, 2002).

Um grupo de pesquisa centrou-se em Nakamura, na Universidade de Waseda focado em resíduos municipais e industriais e desenvolveu “a Tabela de Insumo produto de Resíduos” (KONDO *et al.*, 2002; NAKAMURA e KONDO, 2002, 2006; KONDO e NAKAMURA, 2004, 2005; TAKASE *et al.*, 2005; NAKAMURA e NAKAJIMA, 2005).

Eles estimaram não apenas a carga ambiental de ciclo de vida das tecnologias, mas

também seu custo de ciclo de vida. Ikaga e Tonooka (2000) construíram a matriz de formação de capital fixo na transação intermediária e avaliaram os impactos ambientais de edifícios e fábricas.

Kagawa et al. (2004) fizeram a análise de decomposição para mudança na estrutura da demanda de energia. Eles também conduziram o modelo de insumo-produto nacional e regional para análise de resíduos.

Entretanto, este método esteve limitado durante décadas devido à ausência de dados acerca das emissões de carbono para todos os setores da economia (SCOTT et al., 2008). Alguns exemplos de aplicações de modelos de insumo produto para análise de emissões serão analisados a seguir.

## 2.4 Avaliação do ciclo de vida de insumo-produto

Em 2007, após anos de discussão e alerta de cientistas, grupos em todo o mundo consideraram a extensão de suas próprias emissões de carbono, muitas vezes chamadas de “pegada de carbono”, e quais os meios seriam viáveis para reduzir essas emissões.

Como a pegada de carbono é um procedimento relativamente novo, é compreensível que haja confusão sobre os meios e limites apropriados a serem adotados para essas análises de impacto. Nos EUA se desenvolveu um protocolo de emissões de gases para que as empresas relatem todas as emissões diretas de suas instalações e veículos da empresa, bem como as compras de eletricidade, vapor, calor e refrigeração na condução de uma auditoria das emissões de carbono.

Este procedimento sugere relatórios de emissões para cada um dos gases de efeito estufa do Protocolo de Kyoto: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorocarbonetos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ), embora o procedimento permita que as empresas comecem apenas com emissões de dióxido de carbono.

Um desses métodos, denominado avaliação de ciclo de vida de insumo produto (em inglês, Economic Input-Output Life Cycle Assessment ou EIO-LCA), rastreia todas as atividades em toda a cadeia de fornecimento para uma indústria específica para responder a dúvidas como quão inclusivos os níveis definidos acima podem ser para uma empresa.

Se as empresas seguissem a orientação estabelecida por esses protocolos, quanto de suas pegadas de carbono totais capturariam? Essas estimativas limitadas de pegada de carbono fornecem orientação razoável para as empresas no gerenciamento de suas cadeias de suprimentos?

Nessa análise, usa-se uma implementação específica de um modelo de insumo produto para a economia dos EUA, o método de Avaliação de Ciclo de Vida de Insumo produto (EIO-LCA) desenvolvido em 2008 (HENDRICKSON et al., 2005).

Dentro da comunidade de Avaliação de Ciclo de Vida, tem sido frequentemente usado para estimar os impactos ambientais no ciclo de vida e na cadeia de suprimentos, por exemplo, das emissões de  $\text{CO}_2$ . Observe que o EIO-LCA (e outros modelos IO-LCA / LCA) normalmente contém estimativas de fluxos para muitos itens além das emissões de  $\text{CO}_2$ , como liberação de poluentes e tóxicos convencionais, resíduos perigosos, uso de energia etc.

Pode-se utilizar, por exemplo, o modelo de *benchmark* industrial de 1997 da economia dos EUA que contém 491 setores industriais (a que nos referiremos como “modelo EIO-LCA de 1997”) (SCOTT et al., 2008).

A análise das pegadas de carbono pode ser usada pelas empresas para buscar políticas mais eficazes de mitigação de gases de efeito estufa, orientando sobre como uma corporação pode influenciar seus fornecedores, uma estimativa mais ampla pode, da mesma forma, e motivar políticas corporativas mais eficazes sobre mudanças climáticas.

## 2.5 Equações Formais para Estimativa de Camada de Pegada

Algumas equações podem ser utilizadas para estimar 3 níveis de estimativas de pegadas de carbono:

- Nível 1 inclui emissões diretas de um setor, incluindo emissões de gás natural e combustão de petróleo.
- O Nível 2 inclui as emissões devido a compras de eletricidade e vapor para um setor.
- Nível 3 inclui a cadeia de fornecimento total de emissões.

O desenvolvimento de equações de emissão usa alguma álgebra linear que é comum na literatura dos métodos IO-LCA.

Podemos considerar o seguinte método (BLAIR e MULLER, 1985), para estimar, algebricamente, as compras econômicas necessárias em todos os setores da economia de um país, necessárias para fazer um vetor de saída desejada  $y$  (que é uma lista das demandas finais do setor) podem ser calculadas como:

$$x = (I + A + A^2 + A^3 + \dots A^n) y = (I - A)^{-1} y \quad (1)$$

Onde  $x$  é o vetor (ou lista) de insumos requeridos,  $I$  é a matriz identidade de ordem  $n$ ,  $A$  é a matriz de requisitos totais de saída de insumos (com linhas representando os insumos necessários de todos os outros setores para fazer uma unidade de saída para o setor daquela linha) e  $y$  é o vetor da saída desejada.

Por exemplo, a Eq. (1) pode ser aplicada para representar os vários requisitos da cadeia de suprimento para a produção de eletricidade ou gás natural comprado por residências.

Na Eq. (1), os termos representam a produção da própria saída desejada ( $I * y$ ), contribuições dos fornecedores diretos ou de primeiro nível ( $A * y$ ), os fornecedores indiretos de segundo nível, ( $A * A * y$ ), etc.

A série infinita da cadeia de suprimentos pode ser substituído por  $(I - A)^{-1}$  (onde  $-1$  indica inversão multiplicativa). Usando a Eq. (1), estima-se os resultados necessários em toda a economia para produzir um conjunto específico de produtos ou serviços. O total desses produtos é frequentemente chamado de “cadeia de fornecimento total” para o produto ou serviço, onde a “cadeia” é a sequência de fornecedores. O modelo de insumo produto inclui todas essas cadeias dentro do modelo linear na Eq. (1).

Uma vez calculada a produção econômica de cada setor, um vetor de emissões ambientais diretas pode ser estimado multiplicando-se a produção em cada etapa pelo impacto ambiental por dólar de produto, Eq. (2):

$$b_i = R_i x = R_i (I - A)^{-1} y \quad (2)$$

Onde  $b_i$  é o vetor de cargas ambientais (por exemplo, emissões de gases de efeito estufa para cada setor), e  $R_i$  é uma matriz com elementos diagonais representando as emissões por dólar de produção para cada setor.



Com esse histórico econômico de insumo-produto, podemos formalizar os cálculos de camada para os protocolos de gases de efeito estufa. As emissões diretas do Nível 1 são dadas pela Eq. (3):

$$b_i = R_i(I) y = R_i y \quad (3)$$

Onde  $y$  é um vetor com saída do setor de interesse e zero em outro setor. Observe que o modelo econômico de insumo-produto representa as emissões de um setor econômico em vez de uma empresa individual.

Para estimar as emissões firmes, a diferença entre a taxa de emissão da empresa e a taxa média do setor industrial deve ser incluída. As emissões de Nível 2, incluindo compras de energia, seriam calculadas pela Eq. (4):

$$b_i = R_i (I + A') y \quad (4)$$

Onde  $A'$  é uma matriz de requisitos transposta, incluindo apenas setores da indústria que fornecem insumos energéticos ao setor, como geração de energia ou vapor.

Uma cadeia de fornecimento completa (Nível 3), incluindo emissões indiretas, resultaria da aplicação da Eq. 2 para a saída do setor.

## 2.6 Comparação das Pegadas de Carbono de Nível 1, Nível 2 e Nível 3

Usando o modelo EIO-LCA de 1997, observa-se que os primeiros dois níveis dos protocolos de pegada de carbono incluem apenas uma pequena fração da pegada total da cadeia de suprimentos para a maioria das indústrias.

Em suma, as diretrizes da pegada de carbono que enfocam as emissões diretas de uma empresa e as compras de energia em geral perdem a maioria das emissões de  $\text{CO}_2$  para a maioria das indústrias.

Em contraste com os setores para os quais as pegadas totais de carbono excedem em muito as emissões Nível 1 e Nível 2, os 10% dos setores que teriam a maior parte de sua pegada (80 +%) representados pelos Níveis 1 e 2 são fontes bem conhecidas, como energia geração, fabricação de cimento e os setores de transporte (aéreo, caminhão, trem e água). Isto é relevante porque setores com grandes e conhecidas pegadas de carbono já estão cientes de suas emissões.

Outros setores da economia estão apenas começando a pensar em suas pegadas. Os tomadores de decisão nesses setores não seriam bem servidos usando os protocolos amplamente divulgados para estimar suas emissões totais de carbono.

As pegadas de carbono podem ser usadas para diversas finalidades e, certamente, o método usado para calculá-las deve refletir esses diferentes usos. A mais ampla definição de pegada de carbono acima, a do Nível 3, destina-se a ajudar estratégias de gestão eficazes. Da mesma forma, os consumidores têm alguma influência sobre as pegadas de carbono de bens e serviços através de suas decisões de compra.

Sem indicadores quantitativos do total de pegadas de carbono, essas decisões por parte dos consumidores e empresas seriam menos eficazes, uma vez que não dariam embasamento suficiente para uma escolha assertiva.

No entanto, a influência dos consumidores sobre a pegada de carbono total e a influência das empresas sobre suas cadeias de suprimento não deve chegar ao ponto de



onerar o consumidor final.

É claro que, no caso de qualquer produto final que dependa de muitos insumos diferentes para sua fabricação, qualquer um dos responsáveis pelos insumos pode ser responsabilizado pelas emissões associadas à produção do produto final, como por exemplo produtos químicos básicos e outros bens de baixo valor agregado que acabam sendo incorporados.

Se é desejável alcançar a contabilização total de emissões de carbono sem contagem dupla, a contagem múltipla de responsabilidade é problemática. Essa confusão levou alguns a sugerir sistemas de compartilhamento de responsabilidade entre diferentes membros das cadeias de suprimento.

Por exemplo, Lenzen *et al.* (2007) demonstraram que uma maneira consistente e abrangente de atribuir as emissões totais de emissões de carbono a diferentes produtores e consumidores sem a dupla contagem.

No entanto, existem problemas com o compartilhamento de responsabilidade pelas pegadas de carbono. O problema mais importante é que muitas empresas produzem muitos produtos diferentes, todos com cadeias de fornecimento diferentes e compartilhando a responsabilidade com seus fornecedores e seus consumidores por todos esses produtos que provavelmente levariam a uma tarefa contábil angustiante.

Mesmo que isso possa ser superado, é improvável que muitas empresas gastem o tempo e dinheiro necessários para entender e calcular esse tipo de pegada. Se o cálculo das pegadas permanecer voluntário para as empresas, a simplicidade deve ser altamente valorizada no projeto de protocolos.

É provavelmente por razões semelhantes a estas que os protocolos originais para a pegada de carbono foram escritos a partir de uma perspectiva de empresa, em vez de produto.

Apesar dessas preocupações, questões como contagem dupla são apenas um problema quando a participação no cálculo de pegadas chega a um grau muito mais alto do que existe atualmente ou a regulamentação abrangente é imposta.

Muitas organizações já estão buscando projetos de inventário de emissões de carbono para começar a considerar suas pegadas de carbono de linha de base, em preparação para futuros projetos de mitigação de carbono.

Muitos desses grupos também estão procurando os protocolos para orientação sobre como preparar seus inventários de pegada. Assim, nossos resultados sugerem que esses protocolos em geral levarão as organizações a calcular estimativas relativamente pequenas em comparação com suas pegadas totais. Esse efeito provavelmente levará as empresas a tomarem decisões de mitigação que sejam míopes.

Ao desenvolver medidas amplas de pegadas de carbono, o comércio internacional também deve ser incluído. Com o aumento do frete internacional e a maior produção em países com exigências regulatórias ambientais mais baixas e maiores intensidades de carbono, o total de pegadas de carbono deve refletir as emissões devido a esse transporte e à produção no exterior.

A estrutura de avaliação do ciclo de vida pode ser estendida para estimar tais emissões internacionais (WEBER e MATHEUS, 2007). Pode ser útil distinguir diferentes escopos para as pegadas de Nível 1, 2 e 3 para refletir emissões em áreas específicas para promover uma melhor gestão de carbono.

## 2.7 Método de Decomposição estrutural baseado na matriz de insumo produto

Modelos de análise de insumo produto para avaliação de emissões de CO<sub>2</sub> são um método comumente aceito para quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> entre os diferentes setores (SU et al., 2010).

A lógica do modelo de insumo produto veio da técnica de representar as complexas interdependências dos setores econômicos. Esta técnica conecta a produção de bens com a troca de materiais entre os setores econômicos (LEONTIEF, 1951).

Uma outra aplicação comum de mensuração de fatores ambientais utilizando a matriz de insumo produto é o método de decomposição estrutural.

Partindo do tradicional modelo de insumo produto a equação essencial da matriz de coeficiente de consumo para o cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> pode ser expressa como:

$$A = [a_{ij}], a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_i} \quad (5)$$

Onde A significa a matriz do coeficiente de consumo direto, isto é, representa o insumo de produto do setor *i* para satisfazer o aumento no valor unitário na produção do setor *j*; representa os insumos do setor *i* para o setor *j*; é a saída bruta do setor *j*. Então, a matriz inversa de Leontief pode ser calculada como:

$$B = [I - A]^{-1} = [b_{ij}] \quad (6)$$

Os elementos representam o insumo bruto do setor *i* para satisfazer uma unidade monetária de uso final no setor *j*.

Emissões de CO<sub>2</sub> com base no consumo final de demanda representam o “consumo de CO<sub>2</sub>” das indústrias, que é respectivamente dividido em emissões totais de CO<sub>2</sub> (TCE), emissões diretas de CO<sub>2</sub> (DCE) e emissões indiretas de CO<sub>2</sub> (ICE).

O TCE mostra as emissões de CO<sub>2</sub> da procura final para satisfazer a demanda final, incluindo emissões diretas e indiretas de CO<sub>2</sub>. Além do mais, a intensidade das emissões de CO<sub>2</sub> pode ser definida como a razão entre a emissão de CO<sub>2</sub> emissão e a demanda final.

A intensidade da emissão de CO<sub>2</sub> pode ser dividida em intensidade de emissão direta de CO<sub>2</sub> (ICD), o total de intensidade de emissão (TCI) e intensidade de emissão indireta de CO<sub>2</sub> (ICI).

Considerando o modelo de insumo produto, a intensidade de emissão de CO<sub>2</sub> de diferentes setores pode ser expresso como:

$$DCI = [DCI_1, DCI_2, DCI_3, \dots, DCI_n], DCI_j = \frac{DCE_j}{x_i} \quad (7)$$

e representam a emissão direta de CO<sub>2</sub> e a produção bruta do setor *j*, respectivamente.

A intensidade total de emissão de CO<sub>2</sub> pode ser expressa como:

$$TCI = DCI \times B = [TCI_1, TCI_2, TCI_3, \dots, TCI_n], TCI_j = \sum DCI_j \times b_{ij} \quad (8)$$

Além disso, a intensidade de emissão indireta de CO<sub>2</sub> pode ser descrita por:

$$TCI_j = ICI = TCI - DCI \quad (28)$$

A intensidade de emissão indireta de CO<sub>2</sub> representa as emissões de CO<sub>2</sub> de outros setores, para satisfazer a demanda final por unidade do setor. De fato, usando o método IOA para calcular as emissões de CO<sub>2</sub>, a partir da análise da perspectiva da intensidade de CO<sub>2</sub>, o TCE e o ICE podem ser escritos como:

$$\begin{aligned} TCE_j &= TCI_j \times Y_j \\ ICE_j &= ICI_j \times Y_j \quad (9) \end{aligned}$$

Em que o  $Y_j$  é o uso final do setor  $j$ .

A análise de decomposição estrutural baseada no modelo de insumo produto é um método abrangente. É útil para analisar todos os tipos de fatores de condução sobre as emissões de CO<sub>2</sub> (PETERS *et al.*, 2007).

O modelo de decomposição estrutural pode aproveitar a decomposição do total de emissões de CO<sub>2</sub>, de modo que as políticas que visam a baixa desenvolvimento seriam analisadas com base nas mudanças na proporção de fatores de direção em diferentes setores (YAMAKAWA e PETERS, 2011).

O efeito indireto do método de decomposição é que as emissões indiretas de CO<sub>2</sub> dos outros departamentos são aumentadas quando as emissões diretas de CO<sub>2</sub> de uma filial aumentam (YUAN e ZHAO, 2016).

Este modelo, quando combinado com tabelas de insumo produto, forma o modelo de decomposição estrutural de insumo produto, que pode ser usado para quantificar o impacto dos principais fatores com base nos resultados do modelo de insumo produto (WANG *et al.*, 2016).

Fatores potenciais incluem a intensidade do material, estrutura de produção, estrutura de demanda final e crescimento (MILLER e BLAIR, 2009).

Com base no cálculo do total das emissões de CO<sub>2</sub> no método de insumo produto, outros fatores determinantes podem ser posteriormente abordados, tais como tecnologia, conexão setorial, estrutura econômica e escala econômica, que levaram a redução ou aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, em certa medida.

## Referências

- ABDALLAH, P. R.; MONTOYA, M. A. Perspectivas da utilização de modelos insumo-produto na administração do meio ambiente. In: MONTOYA, M. A. **Relações intersetoriais do Mercosul e da economia brasileira: uma abordagem de equilíbrio geral do tipo insumo-produto**. Passo Fundo: EDIUPF, 1998. p. 345-365.
- ALCANTARA, V.; PADILLA, E. **An input-output analysis of the "key" sectors in CO<sub>2</sub> emissions from a production perspective: an application to the Spanish economy**. Barcelona: UAB, 2006. Disponível em: <<https://dep-economia-aplicada.uab.cat/repec/doc/wpdea0601.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- ASAKURA, K.; HAYAMI, H.; MIZOSHITA, M.; NAKAMURA, M.; NAKANO, S.; SHINOZAKI, M.; WASHIZU, A.; YOSHIOKA, K. **Input-output table for environmental analysis**, Tokyo: Keio University Press, 2001. 39p.
- AYRES, R.; KNEESE, A. Production, consumption and externalities. **American Economic Review**, Pittsburgh, v. 59, n. 3, p. 282-297, 1969.
- BLAIR, P. D.; MILLER, R. E. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2ed. New York: Cambridge

University Press, 2006. 749p.

BOSSIER, F.; ROUS, F. Economic effects of a carbon tax in Belgium: Application with the macro-sectoral model. **Energy Economics**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 33–41, 1992.

BULLARD, C.; HERENDEEN, R. The energy costs of goods and services. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 1, n. 4, p. 268–277, 1975.

CARVALHEIRO, N. Observações sobre a elaboração da matriz de insumo-produto. **Pesquisa e Debate**, São Paulo, v. 9, n. 14, p. 139-157, 1998.

CELLURA, M.; LONGO, S.; MISTRETTA, M. The energy and environmental impacts of Italian households consumptions: An input-output approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 8, p. 3897-3908, 2011.

CHANG, Y. F., LIN, S. J. “Structural decomposition of industrial CO2 emissions in Taiwan: an input-output approach”. **Energy Policy**, v. 26, p. 5-12, 1998.

CMMD. World Commission on Environment and Development. **Our common future**. 1ed. Oxford: Oxford University Press, 1987. 383p.

COMMON, M. S.; SALMA, U. Accounting for changes in Australian carbon dioxide emissions. **Energy Economics**, Canberra, v. 14, n. 3, p. 217–225, 1992.

CRUZ, L. M. G. Energy-environment-economy interactions: an input-output approach applied to the portuguese case. In: Biennial Conference of The International Society for Ecological Economics, 7., 2002, Sousse. **Annals...** Sousse, 2002. p. 1-25.

CUMBERLAND, J. H. A regional inter-industry model for analysis of development objectives. **Papers of the Regional Science Association**, Berlin, v. 17, n. 1, p. 65-94, 1966.

DEMETRIO, F. J. C.; GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Estudo comparativo entre a sustentabilidade e o índice de desenvolvimento humano. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: UNIP, 2009. p. 1-10.

DUCHIN, F. Input-output economics and material flows. In: SUH, S. **Handbook of input-output economics in industrial ecology**. Minnessota: Springer, 2009. p. 23-41.

FORSSEL, O.; POLENSKE, K. Introduction: input-output and the environment. **Economic Systems Research**, v. 10, n. 2, p. 91-97, 1998.

FORSUND, F. R. Input-output models, national economic models, and the environment. In: KNEESE, A. V.; SWEENEY, J. L. (Eds.). **Handbook of natural resource and energy economics**. 1ed. Amsterdã: Elsevier, 1995. v. 1, cha. 8. p. 325-341.

GAY, P. W.; PROOPS, J. L. R. Carbon dioxide production by the UK economy: an input-output assessment. **Applied Energy**, Keele, v. 44, n. 2, p. 113–130, 1993.

GRIFFIN, J. Energy input-output modelling: problems and prospects. **NASA STI/recon technical report**. 1ed. Palo Alto, 1976. p. 1-147.

GRIJÓ, E.; BERNI, B. A. Metodologia completa para a estimativa de matrizes de insumo-produto. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, n. 26, p. 9-42, 2006.

GUILHOTO, J. M. **Análise de insumoproduto: teoria e fundamentos**. Piracicaba: USP, 2004. 121p. (Caderno didático).

GUILHOTO, J. J. M. **Input-Output Analysis: theory and foundations**. 1ed. São Paulo: USP, 2011. 75p.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. **Estrutura produtiva da Amazônia: uma análise de insumo-produto**. 1ed. Belém: Banco da Amazônia, 2005. 320p.

HANN, M. D. A structural decomposition analysis of pollution in the Netherlands. **Economic Systems Research**, Londres, v. 13, n. 2, p. 181–196, 2001.

HAYAMI, H.; NAKAMURA, M.; SUGA, M.; YOSHIOKA, K. Managerial and decision economics. **Japanese Technology Management**, v. 18, n. 2, p. 195-208, 1997.

HENDRICKSON, C. T.; LAVE, L. B.; MATTHEWS, H. S. **Environmental life cycle assessment of goods and services: an input-output approach**. 1 ed. Washington: Routledge, 2005. 272p.

HILGEMBER, E. M. **Quantificação e efeitos econômicos do controle de emissões de decorrentes do uso de gás natural, álcool e derivados de petróleo no Brasil: um modelo interregional de insumo-produto**.

2004. 151f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Matriz de insumo-produto do Brasil 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 59p.
- IKAGA, T.; TONOOKA, Y. Type. **Journal of Architecture and Planning**, China, v. 65, n. 533, p. 51-58, 2000.
- KAGAWA, S.; INAMURA, H. A spatial structural decomposition analysis of Chinese and Japanese energy demand: 1985-1990. **Economic Systems Research**, v. 16, p. 279-299, 2004.
- KEO. Keio Economic Observatory. Prospects for the next two decades. **Keo Discussion Paper**, n. 129, 2012. 120p.
- KONDO, A.; SHIGECHI, H.; ABE, M.; UYAMA, K.; MATSUMOTO, T.; TAKAHASHI, S.; UEDA, M.; TANAKA, A.; KISHIMOTO, M.; FUKUDA, H. High-level ethanol production from starch by a flocculent *Saccharomyces cerevisiae* strain displaying cell-surface glucoamylase. **Appl Microbiol Biotechnol**, v. 58, n. 3, p. 291-296, 2002.
- KONDO, Y.; NAKAMURA, S. Evaluating alternative life-cycle strategies for electrical appliances by the waste input-output model. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Berlin, v. 9, n. 4, p. 236-246, 2004.
- KONDO, Y.; NAKAMURA, S. Waste input-output linear programming model with its application to eco-efficiency analysis. **Economic Systems Research**, v. 17, p. 393-408, 2005.
- KORRES, G. M. Sources of structural change: an input-output decomposition analysis for Greece, **Applied Economics Letters**, Londres, v. 3, n. 11, p. 707 – 710, 1996.
- LENZEN, M.; MURRAY, J.; SACK, F.; WIEDMANN, T. Shared producer and consumer responsibility: theory and practice. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 27-42, 2007.
- LENZEN, M. Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input-output analysis - an input-output analysis, **Energy Policy**, Amsterdam, v. 26, n. 6, p. 495-506, 1998.
- LEONTIEF, W. **The structure of american economy 1919-1939: an empirical application of equilibrium analysis**. 1ed. Cambridge: Harvard University Press, 1951. 282p.
- LIASKAS, K.; MAVROTAS, G.; MANDARKA, M.; DIAKOULAKI, D. Decomposition of industrial CO2 emissions: the case of European Union. **Energy Economics**, Camberra, v. 22, n. 4, p. 383-394, 2000.
- LIMA, P. V. P. S.; GUILHOTO, J. J.; CASEMIRO FILHO, F. Distribuição racional de água e energia elétrica entre os setores econômicos do Estado do Ceará: uma análise insumo-produto. In: Encontro Brasileiro de Estudos Regionais, 3., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABER, 2004. p. 1-28.
- LIN, G. Energy development and environmental constraints in China. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 119-128, 1998.
- LIN, S. J.; CHANG, T. C. Decomposition of SO2, NOx and CO2 emissions from energy use of major economic sectors in Taiwan. **The Energy Journal**, Cleveland, v. 17, n. 1, p. 1-18, 1996.
- LISE, W. Decomposition of CO2 emissions and foreign trade over 1980-2003 in Turkey. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 17 p. 1841-1852, 2006.
- LÓPEZ, R.; TOMAN, M. A. **Economic development and environmental sustainability: new policy options**. 1ed. New York: Oxford University Press, 2006. 486p.
- MACHADO, G. V. Energy use, CO2 emissions and foreign trade: an IO approach applied to the Brazilian case. In: International Conference in Input-Output Techniques, 13., 2000, Macerata. **Anais...** Macerata: IIOA, 2000. p. 1-12.
- MARRIOTT, J. **An electricity focussed economic IO model: life-cycle assessment and policy implications of future electricity generation scenarios**. 2007. 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- MATSUHASHI, R.; KUDOH, Y.; YOSHIDA, Y.; ISHITANI, H.; YOSHIOKA, M.; YOSHIOKA, K. Life cycle of CO2-emissions from electric vehicles and gasoline vehicles utilizing a process-relational model. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Berlin, v. 5, n.5, p. 306-312, 2002.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2ed. Cambridge: University Press, 2009. 784p.
- MIRANDA, C. R. Economia e meio ambiente: uma abordagem de insumo-produto. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 601-636, 1980.



- MONGELLI, I.; TASSIELI, G.; NOTARNICOLA, B. Global warming agreements, international trade and energy/carbon embodiments: an input-output approach to the Italian case. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 88–100, 2006.
- MONTOYA, M. A.; LOPES, L. A.; GUILHOTO, J. J. Desagregação setorial do balanço energético nacional a partir dos dados da matriz insumo-produto: uma avaliação metodológica. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 379–419, 2014.
- MORIGUCHI, Y.; KONDO, Y.; SHIMIZU, H. Estimation of CO<sub>2</sub> emissions by sector and source in Japan. **Energy and Resources**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 32–41, 1993.
- MORIGUCHI, Y. Recycling and waste management from the viewpoint of material flow accounting. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, Berlin, v. 1, n. 1, p. 2–9, 1999.
- MOTTA, R. S. da. Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos. **Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, n. 403, 1996. 94p.
- MUNKSGAARD, J.; PEDERSEN, K. A. CO<sub>2</sub> accounts for open economies: producer or consumer responsibility? **Energy Policy**, Copenhagen, v. 29, n. 4, p. 327–334, 2001.
- MUNKSGAARD, J.; WIER, M.; LENZEN, M.; DEY, C. Using input-output analysis to measure the environmental pressure of consumption at different spatial levels. **Journal of Industrial Ecology**, Hoboken, v. 9, n. 1-2, p. 169–185, 2006.
- NAKAMURA, S.; KONDO, Y. Hybrid LCC of appliances with different energy efficiency. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Berlin, v. 11, n. p. 305–314, 2006.
- NAKAMURA, S.; KONDO, Y. Input-output analysis of waste management. **Journal of Industrial Ecology**, Hoboken, v. 6, n. 1, p. 39–63, 2002.
- NAKAMURA, S.; NAKAJIMA, K. Waste input-output material flow analysis of metals in the Japanese economy. **Materials Transactions**, v. 46, p. 2550–2553, 2005.
- NANSAI, K.; KAGAWA, S.; SUH S.; INABA, R.; MORIGUCHI, Y. Simple indicator to identify the environmental soundness of growth of consumption and technology: ecovelocity of consumption. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1465–1472, 2007.
- NEDO. Fluidised bed combustion. **Technical Brief from Residua & Warmer Bulletin**. London, 1999. 212p.
- NISHIMURA, K.; HONDO, H.; UCHIYAMA, Y. Derivation of energy Embodiment functions to estimate the embodied energy from the material content. **Energy**, Amsterdam, v. 21, n.12, p. 1247–1256, 1996.
- OLIVEIRA, E. C.; FREITAS, R. M.; MOTA, J. A. Economia e meio ambiente: uma abordagem teórica de insumo-produto no Estado do Amazonas. In: Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 12., 2011, Brasília. **Anais...** Brasília: UNB, 2011. p. 1–15.
- PETERS, G. P. Efficient algorithms for life cycle assessment, input-output analysis, and Monte-Carlo analysis. **International Journal of Life Cycle Assessment**, Berlin, v. 12, n. 373, 2007.
- PETERS, W.; JACOBSON, A. R.; SWEENEY, C.; ANDREWS, A. E.; CONWAY, T. J.; MASARIE, K.; MILLER, J. B.; BRUHWILER, L. M. P.; PÉTRON, G.; HIRSCH, A. I.; WORTHY, D. E. J.; VAN DER WERF, G. R.; RANDERSON, J. T.; WENNERBERG, P. O. An atmospheric perspective on North American carbon dioxide exchange: carbono tracker. **PNAS**, v. 104, n. 48, p. 18925–18930, 2007.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6ed. São Paulo: Pearson, 2006. 641p.
- PROOPS, J. L. R.; FABER, M. M.; WAGENHALS, G. **Reducing CO<sub>2</sub> emissions: a comparative input-output study for Germany and the U.K.** 1ed. Berlin: Springer, 1993. 300p.
- RICHARDSON, H. W. **Insumo-produto e economia regional**. 1ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978. 267p.
- SCOTT, M. H.; WEBER, C.; HENDRICKSON, C. R. Estimating carbon footprints with input-output models. In: II-OMME08 – International Input Output Meeting on Managing the Environment, 2008, Sevilha. **Anais...** Sevilha: IIOA, 2008.
- SHENG, Z.; WANG, X.; XIN, Y.; HAO, R. Study and estimation of embodied carbon based on input – output analysis. **Journal of Scientific & Industrial Research**, Nova Deli, v. 75, n. 9, p. 529–533, 2016.
- SHIMPO, R. **Okinaka kenmin ishiki chōsa**. Naha, 2002. 212p.
- SHUKLA, M. Estimation of CO<sub>2</sub> emissions using energy input-output (EIO) tables for Índia. **Institute of Development Economies**, Japan External Trade Organization. Chiba, 2007. VRF Series. Disponível em: <<http://>



[www.ide.go.jp/library/English/Publish/Download/Vrf/pdf/430.pdf](http://www.ide.go.jp/library/English/Publish/Download/Vrf/pdf/430.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2019.

SU, B.; HUANG, H.C.; ANG, B.W.; ZHOU, P. Input-output analysis of CO2 emissions embodied in trade: The effects of sector aggregation. **Energy Economics**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 166-175, 2010.

TAKASE, K.; KONDO, Y.; WASHIZU, A. An analysis of sustainable consumption by the waste input-output model. **Journal of Industrial Ecology**, Japan, v. 9, n. 1/2, p. 201-209, 2005.

TUNC, G. I.; TURUT-ASSIK, S.; AKBOSTANCI, E. CO2 emissions vs. CO2 responsibility: an input-output approach for the Turkish economy. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 35, n. 2, p. 855-868, 2007.

TUYET, N. T. A.; SHIHARA, K. N. Analysis of changing hidden energy flow in Vietnam. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 14, p. 1883-1888, 2006.

YAMAKAWA, A.; PETERS, G. P. Structural decomposition analysis of greenhouse gas emissions in Norway 1990-2002. **Economic Systems Research**, v. 23, n. 3, p. 303-318, 2011.

YOSHIDA, Y.; ISHITANI, H.; MATSUHASHI, R. Modeling energy system using three-dimensional input-output analysis. **International Journal of Global Energy Issues**, Geneva, v. 13, n. 1-3, p. 86-101, 2000.

YOSHIOKA, K.; HAYAMI, H.; IKEDA, A. Inter-industry table for environmental analysis: compilation process and its uses. **Innovation and I-O Technique**, Frankfurt, v. 2, n. 3, p. 14-24, 1991.

WANG, X.; HUANG, K.; YU, Y.; HU, T.; XU, Y. An input-output structural decomposition analysis of changes in sectoral water footprint in China. **Ecological Indicators**, Amsterdã, v. 69, p. 26-34, 2016.

WEBER, C. L.; MATTHEWS, H. S. Embodied emissions in U.S. International trade: 1997-2004. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 41, n.14, p. 4875-4881, 2007.

WEI, J.; HUANG, K.; YANG, S.; LI, Y.; HU, T.; ZHANG, Y. Driving forces analysis of energy-related carbon dioxide (CO2) emissions in Beijing: an input-output structural decomposition analysis. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.086>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

WIEBUSCH, F. C.; FOCHEZATTO, A. Um método simples de obtenção de matrizes de insumo-produto regionais: aplicação ao Vale do Taquari. In: Anais do 4º Encontro de Economia Gaúcha, 2008. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2008.

## Capítulo 1

# Matrizes Insumo-Produto

## Fundamentos e Metodologia

Dimensão econômica e ambiental dos setores  
produtivos de Campo Grande

## Resumo

Esse artigo tem por objetivo desenvolver uma revisão de literatura sobre matriz insumo produto, abordando especificamente os seguintes aspectos: sistema de contas nacionais, tabelas de recursos e usos, construção da matriz insumo produto, índices de ligação e multiplicadores. Trata-se de um artigo de revisão narrativa de literatura, com uso do método de análise descritiva. Os critérios de inclusão adotados foram: retorno na busca pelas palavras-chave “Tabela de Recursos e Usos”, “Matriz insumo-produto”, “Sistema de Contas Nacionais”, “Índices de ligação”, “Multiplicadores”; publicados entre os anos de 2009 e 2019, para manter os resultados atualizados; escritos em português ou inglês. Os principais resultados permitiram concluir que a matriz de insumo-produto uma estrutura de quadros que proporciona o estabelecimento de elos de dependência e de interdependência dos setores produtivos a partir da desagregação que promove dos dados de produção de uma economia. Trata-se, pois, da representação da economia de determinada região ou país, na qual se pode identificar os setores que suprem os demais de produtos e serviços, bem como quem supre o quê. No Brasil, a elaboração da matriz de insumo-produto do Sistema de Contas Nacionais (SCN) é feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo que a última disponibilizada pelo referido órgão, em 2017, é referente ao período de 2015.

**Palavras-chave:** Tabela de Recursos e Usos, Matriz insumo-produto, Sistema de Contas Nacionais, Índices de Ligação, Multiplicadores.

## Abstract

This article aims to present a literature review on the input product matrix, specifically addressing the following aspects: system of national accounts, tables of resources and uses, construction of the input product matrix, linkage indices and multipliers. It is a narrative literature review article, using the method of descriptive analysis. The inclusion criteria adopted were: return in the search for the keywords “Table of Resources and Uses”, “Input-product matrix”, “National Account System”, “Connection indexes”, “Multipliers”; indexed between the years 2009 and 2019, to keep the results updated; written in Portuguese or English. The main results allowed us to conclude that the matrix of input-output is a structure of tables that provides the establishment of links of dependence and interdependence of the productive sectors based on the disaggregation it promotes of the production data of an economy. It is, therefore, the representation of the economy of a given region or country, in which it is possible to identify the sectors that supply the rest of products and services, as well as who supplies what. In Brazil, the preparation of the input-product matrix of the National Accounts System (SCN) is carried out by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the last one being made available by the said body, in 2017, refers to the period of 2015.

**Keywords:** Table of Resources and Uses, Input-output Matrix, National Account System, Connection Indices, Multipliers.



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Grijó e Bêrni (2006), o desenvolvimento econômico local vem sendo considerado novo paradigma nos estudos sobre o desenvolvimento econômico. Para os autores, mesmo que integrem a evolução histórica da economia, o tema somente ganhou destaque com as transformações observadas no setor econômico na década de 1970, a partir de quando ganhou novas abordagens e passou-se a explorar novos problemas de pesquisa

Por entre os aspectos mais significativos desse processo está a descentralização das decisões políticas e econômicas, com a atribuição de maior responsabilidade aos municípios, que passaram, a partir de então, a responder pelas transformações realizadas nas atividades econômicas locais, muita embora não raras vezes tenha-se um funcionamento sem condições organizacionais, institucionais e até mesmo financeiras (GRIJÓ e BÊRNI, 2006).

De um modo geral, de acordo com Guilhoto e Sesso Filho (2010), o desenvolvimento econômico pode ser definido como sendo um processo de criação transformativo que, valendo-se do uso e aplicação de determinadas técnicas, é concebido com base no potencial existente, dando-se o seu emprego em prol do atendimento das necessidades de todos. Sendo assim, ainda conforme os autores, é importante que se considere a multiplicidade das estratégias de desenvolvimento, que só podem ser implantadas considerando uma realidade local específica.

Portanto, conforme Guilhoto e Sesso Filho (2010), a promoção do desenvolvimento consiste, essencialmente, em fornecer apoio às populações envolvidas, para que estas possam se organizar e se educar, de modo a repensar os seus problemas, identificar suas necessidades, bem como quais são os recursos potenciais para construir e proporcionar condições para se viver especificamente um futuro digno, considerando os postulados estabelecidos para fins de justiça social (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2010).

Dessa forma, a questão enfrentada pela administração pública não é escolher entre a competição irrestrita e o planejamento geral; antes, ela se finca na tarefa de escolher uma combinação que se mostre eficaz para ambos, abrangendo a organizada aplicação do raciocínio sistemático para dar solução a problemas de caráter prático e específico, valendo como alternativa ao método de erro e tentativa (BURKOWSKI et al., 2016).

Nesse contexto, uma ferramenta de grande valor que se apresenta para dar a sua contribuição para cumprimento das etapas necessárias à consecução do objetivo é a matriz insumo-produto. Por meio dela, de acordo com Guilhoto e Sesso Filho (2010), é possível mostrar, em termos monetários, os fluxos de serviços e de bens nos mais variados setores da economia de uma região ou país em certo período de tempo, com todas as inter-relações de vendas e de compras associados à economia – como, por exemplo, valor adicionado, bens finais, bens intermediários, dentre outros.

Burkowski et al. (2016), por sua vez, dispõe que a matriz possibilita, ainda, a obtenção de diversos indicadores econômicos, que podem ser decompostos em efeitos inter-regionais e locais, possibilitando a avaliação dos impactos das políticas públicas de estímulo aos setores sobre renda, emprego e produção, abrangendo inclusive a capacidade de mensuração do impacto da instalação de empresas na região estudada, proporcionando, ainda, condições de se identificar setores-chave.

De acordo com o autor, a primeira tabela de relações intersetoriais surgida foi publicada em 1939 por Wassily Leontief em seu artigo intitulado “*Quantitative Input-Output Re-*

*lations in the Economic System of the United States*". Nele, o autor cruzou informações de 500 ramos diferentes em um sistema econômico, valendo-se da matriz insumo-produto como ferramenta para a análise. Em 1941, ele publicou o seu primeiro livro, apresentando a matriz insumo-produto dos Estados Unidos da América (EUA) para o período compreendido entre os anos 1919-1929 (BURKOWSKI *et al.*, 2016). De acordo com Cardoso (2016), o método de insumo-produto de Leontief é uma adaptação da teoria de equilíbrio geral ao estudo empírico da interdependência quantitativa entre as atividades econômicas relacionadas.

No Brasil, a elaboração e matrizes insumo-produto está no espectro de responsabilidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A primeira publicação nacional pelo referido órgão foi em 1970, tendo sido incluídas, a partir de 1990, duas modificações: a metodologia, até então baseada na disponibilidade de censos, passou a não mais considerar referências censitárias para a sua elaboração; e a compilação de quadros integrada ao SCN, seguindo as recomendações do manual internacional *System of National Accounts* 2008 (SNA 2008) (HALLAK NETO e FORTE, 2016).

Em relação aos trabalhos anteriores sobre a temática, citem-se os realizados por Guihoto e Sesso Filho (2005; 2010), que apresentaram metodologia de estimação de matrizes de insumo-produto a preços básicos, considerando dados preliminares provenientes das Contas Nacionais do Brasil; por Bêrni (2000) e Grijó e Bêrni (2006), que descreveram as mudanças estruturais verificadas no Brasil no período de 1959 a 2000, valendo-se de matrizes de insumo-produto, com estimativas efetivadas por meio dos métodos RAS3 e Delphi, para a análise pretendida; dentre outros. A nível regional, têm-se os trabalhos de Parré, Alves e Sordi (2005), que direcionaram os seus apontamentos para a região metropolitana de Maringá; Palermo, Porsse e Peixoto (2010), que focaram sua atenção nas relações setoriais e na interdependência regional da economia gaúcha; e Moretto *et al.* (2012), que trabalharam as cinco regiões polarizadas do Estado do Paraná.

Esse artigo tem por objetivo apresentar uma revisão de literatura narrativa sobre matriz insumo produto, abordando especificamente os seguintes aspectos: sistema de contas nacionais, tabelas de recursos e usos, construção da matriz insumo produto, índices de ligação e multiplicadores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é um artigo de revisão narrativa da literatura, que utiliza o método de análise descritiva, atualmente considerado uma ferramenta importante para a realização de estudos nas ciências sociais, econômicas e da saúde. Essa concepção se deve ao fato de coletar, de forma sintética, as pesquisas já elaboradas sobre o tema e disponibilizadas ao público em geral, possibilitando ao pesquisador uma melhor direção no processo de incorporação das evidências (GONÇALES FILHO; CAMPOS e ASSUMPÇÃO, 2016).

Por esse motivo, acredita-se que a aplicação do método de análise descritiva seja extremamente importante para a disseminação do conhecimento científico, além de proporcionar a profissionais de diferentes áreas do conhecimento acesso rápido e direto aos resultados considerados mais significativos sobre o tema de estudo em pesquisas anteriores, proporcionando o encontro de um referencial teórico capaz de subsidiar a prática (GONÇALES FILHO e CAMPOS; ASSUMPÇÃO, 2016).

Na investigação realizada neste artigo, os estudos a serem incluídos na pesquisa foram determinados com base na análise de alguns critérios considerados relevantes como

resultados. A pesquisa na fase de coleta de dados foi realizada no banco de dados eletrônico Google Scholar, Scopus, Portal Periódico da Capes. O período de pesquisa se estendeu entre os dias 1 e 5 de fevereiro de 2020.

Os critérios de inclusão adotados foram os seguintes: artigos científicos, teses e dissertações retornadas na pesquisa após a informação das seguintes palavras-chave “Tabela de Recursos e Usos”, “Matriz insumo-produto”, “Sistema de Contas Nacional”, “Índices de ligação”, “Multiplicadores”; indexados entre os anos de 2009 e 2019, para manter os resultados atualizados; escritos em português ou inglês. Em contrapartida, os critérios de exclusão adotados foram os seguintes: tipos de publicação científica que não sejam artigos, teses ou dissertações; estudos não relacionados aos descritores e/ou ao tema sob estudo; indexados antes de 2009; escritos em idiomas que não o inglês ou português.

O primeiro passo foi inserir as palavras-chave no campo de pesquisa. Com isso, um total de 32 resultados foi inicialmente obtido.

Após a aplicação do filtro de data, obteve-se um resultado de 15 publicações, aos quais se aplicou o filtro de idioma, tendo se mantido as 15 publicações que dantes retornaram. Todas foram, pois, submetidas a uma leitura mais rigorosa dos resumos/*abstracts* e das conclusões, excluindo resultados repetidos, publicações outras que não sejam as informadas nos critérios de inclusão (artigos científicos, teses e dissertações), sem possibilidade de se acessar o texto completo da publicação ou não relacionadas com o tema sob estudo. Após esta fase, restaram apenas 6 publicações, que cumpriram rigorosamente todos os critérios de inclusão estabelecidos.

Para os fins desta pesquisa, foram desenvolvidas duas etapas para o processo: a primeira, de seleção de artigos sobre pesquisa e a análise bibliométrica desses resultados. Nela, partiu-se do conhecimento necessário sobre o tema estudado até a seleção do que seria utilizado para a construção do texto final.

Em busca de uma maneira melhor de extrair os dados considerados relevantes dos artigos científicos selecionados, optou-se por adotar uma tabela como ferramenta para coletar e resumir os aspectos mais importantes deles. Essa iniciativa foi tomada a partir de considerações de Gonçalves Filho, Campos e Assumpção (2016) sobre a fidelidade ao trabalho original e os efeitos de erros na transcrição para a comunidade científica.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A preocupação com o desenvolvimento regional e com a interdependência dos setores econômicos não é recente. François Quesnay publicou, na França, um livro intitulado *Tableau Économique*, em 1758, no qual descreveu o fluxo de produção e dos gastos efetuados entre agricultores, manufatureiros e donos de terra. Posteriormente, Léon Walras foi o pioneiro da formulação matemática voltada ao sistema econômico, o qual considerou, explicitamente, a interdependência dos mercados ao utilizar um sistema de equações simultâneas. Em sua obra *Éléments d'Économie Politique Pure*, em 1874, Walras afastou-se dos modelos de equilíbrio parcial para direcionar sua análise para o modelo de equilíbrio geral (LANGONI, 2016).

De acordo com Isard et al. (2018), o campo de estudo da análise regional é interdisciplinar. Embora a abordagem insumo-produto tenha sido inicialmente desenvolvida para uma aplicação em âmbito nacional, desenvolvimentos subsequentes a estas estenderam para aplicações tanto em âmbito ‘sub-nacional’ (regional) quanto supranacional (global).

Muitas vezes, os pesquisadores defrontam-se com regiões em desenvolvimento ou



economicamente estagnadas ou em declínio. Ao considerar quais seriam as indústrias ou serviços que seriam economicamente eficientes para dada região, um conjunto de fatores apresenta-se relevante na escolha da localização. Cada indústria ou conjunto de serviços é único; no entanto, alguns fatores básicos afetam as decisões sobre a localização da indústria ou das atividades de serviços, quais sejam: os custos de acesso aos insumos, matérias-primas, produtos intermediários, serviços, além de capital, trabalho e energia, tanto para dada região quanto para fora dela. Os custos de entrega ao mercado, regional ou nacional, também têm importância na decisão sobre a localização da indústria ou das atividades de serviços. Entretanto, os fatores locacionais têm recebido somente atenção secundária dos analistas e administradores (ISARD *et al.*, 2018).

A abordagem comparativa de custos constitui-se de uma série de medidas relacionadas com distribuição regional e localização industrial, como: quociente de localização, coeficientes de localização, curvas de localização, índices de especialização, entre outros (ISARD *et al.*, 2018).

Segundo Miller (2018), a estrutura básica do modelo insumo-produto pode ser aplicada em diversos tipos de análise, tanto nas voltadas para a economia de uma única região quanto nas destinadas a capturar as formas pelas quais duas ou mais regiões são economicamente conectadas (ou relacionadas).

No caso dos modelos de insumo-produto inter-regionais (para duas ou mais regiões), uma das grandes vantagens está no fato de ser possível modelar e mensurar as interconexões das regiões. Nos modelos com uma única região, as importações e exportação para fora da região analisada são tratadas como exógenas ao modelo. Tanto os modelos voltados para uma única região quanto os inter-regionais são utilizados quando se deseja analisar as regiões completamente. Os modelos de insumo – produto para uma região “desconectam” a referida região de interesse do resto do País. Nesses estudos, em geral, busca-se quantificar os impactos nos setores de região de interesse, os quais são causados por alterações da demanda final dos produtos produzidos nessa região (SANTOS *et al.*, 2009).

Na tentativa de traçar as origens da teoria de Insumo-Produto dentro da teoria econômica e de explicar um pouco da sua evolução no século XX, veja-se, inicialmente, o seguinte apontamento de Leontief (1987, p. 860):

A análise de Insumo-Produto é uma extensão prática da teoria clássica de interdependência geral que vê a economia total de uma região, país, ou mesmo do mundo todo, como um sistema simples, e parte para descrever e para interpretar a sua operação em termos de relações estruturais básicas observáveis.

De acordo com a ideia de Leontief, a origem da sua teoria pode ser ligada ao problema do fluxo circular da renda assim como ao problema da sua distribuição entre as classes envolvidas dentro do processo produtivo. Preocupações estas que aparecem no seu artigo de 1928, “*Die Wirtschaft Als Kreislauf*” (LEONTIEF, 1928), baseado no seu trabalho de doutorado e que foi parcialmente traduzido para o inglês em Leontief (1991), “*The Economy as a Circular Flow*”, assim como no seu artigo de 1936, “*Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States*” (LEONTIEF, 1936). Para Santos *et al.* (2013), tomando como base a teoria do fluxo circular, as origens da teoria de Leontief podem estar relacionadas a autores que antecederam aos fisiocratas, como William Petty (1623-87) e Richard Cantillon (1697-1734).

A matriz de insumo-produto consiste em uma estrutura de quadros que apresenta os elos de dependência e de interdependência dos setores produtivos promovendo uma

desagregação dos dados de produção de certa economia (MELO et al., 2011). Pode-se caracterizá-la, portanto, como sendo uma espécie de fotografia da determinada economia, regional ou nacional, apontando para os setores que suprem os demais setores de produtos e serviços, bem como quais deles são supridos por quem (BRENE, 2013; SANTOS et al., 2013). A teoria insumo-produto é uma ferramenta de análise da estrutura da economia, que permite a estimativa de indicadores econômicos como multiplicadores de emprego, produção e renda e índices de ligações intersetoriais. Os resultados são utilizados para a identificação de setores-chave e também de base de dados para estimativa de matrizes regionais e inter-regionais (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2010).

Esse sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimento. Assim, enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza desta dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente (OLIVEIRA, 2012).

O modelo de insumo-produto permite, sistematicamente, quantificar as inter-relações dos vários setores de um sistema econômico (GUILHOTO, 2011). Segundo Montoya (2018), o modelo insumo-produto detecta as consequências de uma mudança em um setor da economia sobre outro setor e sobre o conjunto de setores. Dadas as interligações dos diferentes setores que compõem a economia, é possível analisar os que teriam maior poder de encadeamento na economia e, portanto, maior capacidade para responder aos estímulos de dada política (setores-chave). Assim, a partir do modelo do insumo-produto para uma economia regional, é possível analisar o processo de interdependência das relações intersetoriais que reflete a estrutura produtiva de dada economia.

A matriz insumo-produto se presta, pois, à mensuração da relação de interdependência dos vários setores de um dado sistema econômico, em razão de que, sendo o desenvolvimento sustentável uma premissa do nível de produção, deve-se conhecer exatamente como ocorre esse fluxo, não se atendo à teoria da utilidade econômica para a descrição das interfaces que a economia apresenta com o ambiente (OLIVEIRA, 2012; BRENE, 2013).

O modelo básico da análise insumo-produto representa o fluxo monetário correspondente ao fluxo de bens e serviços entre os vários setores de uma economia (usualmente nacional), determinado no tempo e no espaço (usualmente, no período de um ano). A estrutura matemática de um sistema insumo-produto regional consiste em um conjunto de “n” equações lineares com “n” incógnitas, sendo que a demanda de um dado setor “j” por insumo originados de outros setores é relacionada ao montante de bens produzidos por este mesmo setor “j” e a demanda final (RATHMANN, 2012). Na figura 1, representa-se o modelo matemático básico de uma matriz insumo-produto.

		Setores Compradores				Demanda Final	Demanda Total
		Consumo Intermediário					
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	...	S <sub>n</sub>		
Setores Vendedores	S <sub>1</sub>	Z <sub>11</sub>	Z <sub>12</sub>	...	Z <sub>1n</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>
	S <sub>2</sub>	Z <sub>21</sub>	Z <sub>22</sub>	...	Z <sub>2n</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>
	...	...	...	...	...	...	...
	S <sub>n</sub>	Z <sub>n1</sub>	Z <sub>n2</sub>	...	Z <sub>nn</sub>	Y <sub>n</sub>	X <sub>n</sub>
	VA - Valor Agregado	VA <sub>1</sub>	VA <sub>2</sub>	...	VA <sub>n</sub>		
	VP - Valor da Produção	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	...	X <sub>n</sub>		

**Figura 1.** Modelo matemático básico matriz insumo-produto **Fonte:** Rathmann (2013);

Legenda:

$Z_{mn}$  → matriz de consumo intermediário (cada elemento  $Z_{ij}$  representa o fluxo monetário do setor  $j$  para o setor  $i$ , ou seja, o valor do insumo  $i$  consumido na produção do setor  $j$ )

$Y$  → vetor de demanda final

$Y_i$  → valor da produção do setor  $i$  destinado à demanda final

$VA$  → vetor do valor agregado

$VA_j$  → valor adicionado de  $j$

Como se pode observar, nas linhas, as vendas de um dado setor são utilizadas como insumo no processo produtivo de outro setor (consumo intermediário), ou podem também ser incluídas nos componentes de demanda final. Observando-se as colunas, nota-se que o processo produtivo de um determinado setor exige uma quantidade de insumos que podem ser originados dentro da economia, ou obtidos no exterior (RATHMANN, 2012).

O valor da produção, ou demanda total por setor, pode ser encontrado na última coluna ou na última linha da matriz insumo-produto. As equações 1 e 2 definem o valor da produção nas linhas e nas colunas, respectivamente.

$$X_i = \sum_j Z_{ij} + Y_i \quad (1)$$

$$X_j = \sum_i Z_{ij} + VA_j \quad (2)$$

Onde:

Valor da produção do setor  $i$  é igual ao consumo intermediário do setor  $i$  acrescido da demanda final do setor  $i$  (1); ou

Valor da produção do setor  $j$  é igual aos insumos do setor  $j$  acrescido do valor agregado pelo setor  $j$  (2).

O valor da produção total pode ser calculado nas linhas (equação 3) e nas colunas (equação 4) como:

$$\sum_i X_i = \sum_i \left( \sum_j Z_{ij} + Y_i \right) = \sum_i (CI_j + Y_i) \cong X = CI + Y \quad (3)$$

$$\sum_j X_j = \sum_j \left( \sum_i Z_{ij} + VA_j \right) = \sum_j (CI_j + VA_j) \cong X = CI + VA \quad (4)$$

A demanda final (Y) pode ser obtida somando-se os componentes consumo das famílias (C), consumo do governo (G), investimentos (I) e exportações líquidas (E). Assim,  $Y = C + G + I + E$ . Já o valor agregado (VA) pode ser obtido somando-se os componentes valor Agregado apropriado pelo fator trabalho (L), valor agregado apropriado pelo fator capital (K). Assim,  $VA = L + K$ . Desse modo, reescrevendo as Equações 3 e 4, tem-se a equação 5, que representa a identidade macroeconômica referente às contas de produção e de renda.

$$C + G + I + E = L + K \quad (5)$$

A Demanda Final (Y) é considerada aqui como uma variável exógena, o que caracteriza o modelo como aberto (BRENE, 2013). Desse modo, o que se tem é que as matrizes insumo-produto dependem da existência de um setor exógeno, desconectado dos setores produtivos, pois a demanda final por produtos se origina nele. Este setor exógeno, via de regra, é constituído pelo consumo das famílias, pelos gastos do governo, pelo investimento bruto privado e pelas exportações líquidas. Para o caso específico do consumo das famílias, sua categorização como exógena é pouco usual na literatura de teoria econômica. Isto porque as famílias obtêm parte de sua renda a partir de pagamentos pelo trabalho executado durante o processo produtivo (BORSOWSKI et al., 2016).

Além disso, as famílias consomem a renda obtida de maneira previsível. Por último, mudanças no total da produção de um dado setor requerem mais insumos de trabalho neste, o que ocasiona um aumento no consumo das famílias deste setor de modo direto, e no consumo das famílias como um todo de modo indireto (BRENE, 2013). De acordo com Miller e Blair (2009), os multiplicadores simples subestimam o verdadeiro impacto na economia por não levar em consideração a existência do setor das famílias, ao passo que os multiplicadores totais superestimam os efeitos na economia devido ao pressuposto de linearidade na variação da renda das famílias, bem como a propensão marginal a consumir constante. Por isso, os autores consideram os dois tipos de multiplicadores como limites inferiores e superiores dos verdadeiros efeitos indiretos decorrentes de uma variação exógena na demanda final, com a estimativa correta estando, provavelmente, entre os dois limites.

Os multiplicadores da renda são calculados a partir dos valores da renda do trabalho por setor obtidos a partir da TRU. Os dados considerados renda são obtidos a partir da soma dos salários com o rendimento misto bruto, que refletem de maneira mais fidedigna a renda das famílias, não incluindo o Excedente Operacional Bruto. De modo formal, os elementos  $[a_{n+1,1}, \dots, a_{n+1,n}]$  são o percentual da oferta total de cada setor que é renda das famílias. Assim, o multiplicador simples, isto é, com o consumo das famílias considerado exógeno, pode ser calculado como:

$$M(c)_j = \sum_{i=1}^n a_{n+1,i} l_{ij}$$

Logo, pondera-se na soma os multiplicadores de impacto no produto pelo percentual de renda familiar de cada um dos setores. O mesmo pode ser feito para a MIP fechada, calculando-se os multiplicadores totais truncados. Estes multiplicadores incluem quanto de renda das famílias é gerado na economia como um todo, dado que ocorre um choque exógeno de demanda de R\$ 1 na demanda do setor  $j$ . Pode-se, portanto, obter a partir do multiplicador simples e dos multiplicadores totais truncados, os efeitos indiretos e induzidos de geração de renda.

Uma análise dos efeitos desse processo sobre a estrutura econômica original das TRUs pode ser realizada através de multiplicadores da produção e índices de ligações para trás desenvolvidos por Rasmussen (1956) e Hirschman (1958). Os multiplicadores da produção mostram o efeito de um aumento unitário na demanda final de cada setor sobre a economia como um todo, enquanto os índices de ligação para trás consistem numa versão normalizada desses multiplicadores através da qual os índices superiores à unidade indicam setores cujo efeito da mudança unitária na demanda final é acima da média.

A metodologia de Rasmussen (1956) e Hirschman (1958) tornou-se parte de procedimentos utilizados e, geralmente, aceitos para identificação dos setores-chave na economia. Segundo os valores obtidos, podem-se determinar os setores que têm maior poder de encadeamento dentro da economia.

O índice de ligações para trás, de Rasmussen-Hirschman, indica até que ponto um setor demanda insumos da economia em relação aos demais. Valores acima de 1 indicam um setor altamente dependente do restante da economia; esse índice possui poder de dispersão ( $U_j$ ). Por sua vez, o índice de ligações para frente, de Rasmussen-Hirschman, representa até que ponto um setor tem seus insumos demandados pela economia em relação aos demais. Valores acima de 1 indicam um setor cuja produção é amplamente utilizada pelos demais, e esse índice apresenta sensibilidade de dispersão ( $U_i$ ). Valores maiores do que um, tanto dos índices de ligações para trás como para frente, indicam setores acima da média e, portanto, considerados setores-chave para o crescimento da economia.

Em sentido mais restrito, de acordo com McGilvray (1977), devem ser considerados setores-chave os que possuírem tanto os índices de ligações para trás quanto os índices de ligações para frente maiores que a unidade. A classificação de setores-chave, segundo os critérios de Rasmussen-Hirschman, é menos rígida e estabelece que os setores que apresentarem índices de ligações para trás ou para frente maiores que 1 constituem setores-chave para o crescimento da economia.

Guilhoto *et al.* (1994) fizeram uma crítica aos índices de Rasmussen-Hirschman, por eles não levarem em consideração os diferentes níveis de produção em cada setor da economia, e destacaram que, apesar de avaliarem a importância de dado setor em termos de seus impactos no sistema como um todo, é difícil visualizar os principais elos de ligações dentro da economia, ou melhor, quais seriam os coeficientes que, alterados, teriam um maior impacto no sistema como um todo.

Com o intuito de corrigir essa deficiência, outros autores desenvolveram diferentes enfoques para o cálculo de índices de ligações intersetoriais em uma economia, os quais podem ser considerados complementares. Dois desses enfoques é o Campo de Influência e os Índices Puros de Ligações, desenvolvidos, respectivamente, por Guilhoto *et al.* (1994) e Sonis e Hewings (1989).

O campo de influência foi apresentado, de forma mais detalhada, por Sonis e Hewings (1989). Essa abordagem permite verificar como se distribuem as mudanças dos coeficientes diretos no sistema econômico como um todo, possibilitando determinar que relações entre os setores sejam mais importantes no processo produtivo.



De um modo geral, portanto, pode-se afirmar que a elaboração de matrizes insumo-produto permite a determinação de agregados macroeconômicos para a mensuração do nível da atividade econômica (GUILHOTO, 2011), dentre os quais destacam-se: (i) valor da produção; (ii) consumo intermediário; (iii) valor adicionado a preços básicos; e (iv) valor adicionado a custos de fatores ou Produto Interno Bruto (PIB).

O valor da produção (VP) é dado pelos produtos acabados a preços de mercado; pela variação dos estoques de produtos em elaboração; e pela receita obtida na prestação de serviços mercantis (no caso do setor de serviços) (IBGE, 2008). Apesar de ser um indicador definido no nível de atividade, não possui maior significado macroeconômico, uma vez que grande parte da produção se destina ao consumo de outras atividades produtivas, resultando em dupla contagem. Esse aspecto é contornado com a introdução do conceito de cadeia produtiva, onde se rastreia o processo produtivo desde a matéria-prima em estado bruto, até a disponibilização do produto para consumo final (OLIVEIRA, 2012).

A eliminação da dupla contagem ocorre através do cálculo do consumo intermediário (CI), o qual representa o consumo corrente de bens e serviços mercantis utilizados na produção de outros bens e serviços (IBGE, 2008).

De acordo com Rathmann (2012), o valor adicionado (VA) pode ser determinado sob a ótica do produto, da renda e da despesa (ou demanda). Pela ótica do produto, o VA é definido como a diferença entre o valor da produção (VP) e o consumo intermediário (CI) e indica a contribuição efetiva ao nível de atividade econômica realizada por parte dos agentes produtivos, sem dupla contagem (IBGE, 2008). Pela ótica da renda, o VA corresponde à renda gerada nas atividades produtivas de determinada região através de salários e encargos, da remuneração de autônomos, do excedente operacional bruto e tributos.

Pela ótica da despesa o VA é constituído pelo consumo final (consumo das famílias, governo e das instituições sem fins lucrativos), acrescido da formação bruta de capital fixo e do saldo da balança comercial (exportações menos importações de bens e serviços). A soma do VA a preços básicos com os impostos líquidos de subsídios, representa o Produto Interno Bruto (PIB) de uma determinada economia (IBGE, 2008).

A elaboração das Matrizes de Insumo-Produto é feita a partir dos dados oriundos das Contas Nacionais do Brasil. Trata-se da etapa inicial do processo de construção da Tabela de Recursos e Usos, em que os dados coletados sobre a oferta e a demanda final e intermediária dos produtos são valorados a preços de consumidor, ou seja, mediante somatório do preço básico com os impostos, considerando, ainda, as margens incidentes sobre os produtos. As operações de consumo e de produção são detalhadas em um conjunto de tabelas, que as segrega por atividade, gerando as matrizes de coeficientes técnicos (MELO *et al.*, 2011; BRENE, 2013).

Assim, de acordo com Hallak Neto e Forte (2016), para que a Matriz de Insumo-Produto retrate a economia da maneira mais fiel possível, é fundamental que ela seja construída sobre a base de um sistema de informações econômicas coerente e consistente. A Tabela de Recursos e Usos (TRU) é essa base. Ela apresenta os fluxos de oferta e demanda dos bens e serviços, a renda e o emprego gerados pelas diversas atividades econômicas. Neste sentido, é uma representação abrangente das operações econômicas ocorridas em um espaço e tempo determinados. A Figura 2 apresenta a síntese de uma TRU de bens e serviços.

**I – TABELA DE RECURSOS DE BENS E SERVIÇOS**

OFERTA		PRODUÇÃO		IMPORTAÇÃO
A	=	A <sub>1</sub>	+	A <sub>2</sub>

**II – TABELA DE USOS DE BENS E SERVIÇOS**

OFERTA	CONSUMO INTERMEDIÁRIO		DEMANDA FINAL	
A	=	B <sub>1</sub>	+	B <sub>2</sub>

**III – TABELA DE COMPONENTES DO VALOR ADICIONADO**

C
---

**Figura 2.** TRU de bens e serviços. **Fonte:** Guilhoto (2004) [Adaptado].

As linhas das tabelas I e II da Figura 2 representam produtos, as colunas representam operações econômicas, classificadas como de recursos ou de usos. As operações de recursos são: produção, importação internacional, importação interestadual, margem de comércio, margem de transporte e impostos (livres de subsídios). Nas operações de recursos, para cada produto, a soma da produção estadual (A1) e das importações internacional e interestaduais (A2) resulta na oferta total a preços básicos (A). A oferta total a preços de consumidor é obtida pela adição da oferta a preços básicos de cada produto, de suas respectivas margens de comércio e de transportes, e dos impostos líquidos de subsídios.

Os usos podem ser classificados como intermediário (B1) ou final (B2). O primeiro corresponde ao consumo intermediário, o segundo, às demais operações de usos. As operações de usos são sempre computadas a preços de consumidor e, quando somadas, resultam na demanda total.

Nos blocos de produção (A1) e no consumo intermediário (B1), há uma representação das atividades nas colunas. Para cada atividade, a soma dos valores produzidos de cada produto resulta em seu Valor de Produção (VP). Analogamente, a soma dos valores dos produtos consumidos como insumo em cada atividade resulta em seu Consumo Intermediário (CI). A diferença entre o VP e o CI de cada atividade é o seu valor adicionado (VA).

O VA de cada atividade é apresentado na tabela III, bloco C. Esse bloco também apresenta a distribuição da renda gerada entre os fatores de produção, capital e trabalho. As linhas são a remuneração dos empregados, incluindo salário e contribuições sociais, o rendimento misto bruto, o excedente operacional bruto e os impostos e subsídios sobre a produção. Como informação complementar, é apresentado o total de pessoal ocupado em cada atividade.

A TRU é construída de acordo com um arcabouço conceitual de equilíbrio entre recursos e usos, o que torna necessário o balanceamento das informações das diversas fontes. Nesse sentido, a oferta total a preços de consumidor (A) é também apresentada na tabela de usos de bens e serviços, o que permite a comparação com a demanda total (B2).

No Brasil, a elaboração da matriz de insumo-produto do Sistema de Contas Nacionais (SCN) é feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo que a última disponibilizada pelo referido órgão, em 2017, é referente ao período de 2015. O seu início, contudo, foi na década de 1970. A partir da matriz de 1990 foram introduzidas duas modificações nos procedimentos adotados para o cálculo dos quadros básicos: a metodologia, até então, baseada na disponibilidade de censos, foi modificada de maneira a que estes

quadros continuassem a ser produzidos sem se dispor de referências censitárias; e a compilação dos quadros foi integrada ao Sistema de Contas Nacionais, que segue as recomendações do manual internacional *System of National Accounts* 2008 (SNA 2008) (MELO et al., 2011; PASSONI e FREITAS, 2017).

As tabelas de matriz insumo-produto também vêm sendo adotadas como instrumento para a descrição da relação estabelecida entre o meio ambiente e a economia, proporcionando, assim, condições para se identificar e estudar os problemas ambientais que derivam do fluxo produtivo. Esse modelo torna possível a descrição da origem e do destino da produção dos setores, proporcionando, ainda, condições para medição dos impactos exógenos das mudanças ocorridas na economia sobre as variáveis endógenas – incluindo o meio ambiente (OLIVEIRA, 2012).

## 4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a matriz de insumo-produto é uma estrutura de quadros que proporciona o estabelecimento de elos de dependência e de interdependência dos setores produtivos com a desagregação que promove dos dados de produção de uma economia. Trata-se, pois, da representação da economia de determinada região ou país, na qual se pode identificar os setores que suprem os demais de produtos e serviços, bem como quem supre o quê.

Pode-se concluir também que através deste método é possível estimar os impactos de choques econômicos positivos ou negativos e analisar os efeitos de oscilação em toda a economia. Estes impactos podem ter efeitos diretos, indiretos e induzidos. O efeito direto ocorre sobre o setor que recebeu incremento ou diminuição de demanda, causando impacto direto em emprego e renda. O efeito indireto ocorre sobre os setores demandados pelo primeiro setor afetado, também causando impacto em emprego e renda. Por fim, temos o efeito induzido que ocorre sobre o consumo dos trabalhadores e suas famílias, que pode ser afetado dependendo do efeito sobre sua renda e emprego.

## Referências

- BÊRNI, D. A. **Matriz de insumo-produto**: exposição teórica e desdobramentos empíricos. Porto Alegre: PUC-RS, 2000. 32p.
- BRENE, P. R. A. **Ensaio sobre o uso da matriz insumo-produto como ferramenta de políticas públicas municipais**. 2013. 106f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Curitiba.
- BURKOWSKI, E.; PEROBELLI, F. F. C.; PEROBELLI, F. S. Matrizes de contabilidade social e financeira: Brasil, 2005 a 2009. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 937-971, 2016.
- CARDOSO, D. F. **Capital e trabalho no Brasil no século XXI**: o impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva. 2016. 274f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Econometrica, 4 (1): 39–59
- GONÇALES FILHO, M.; CAMPOS, F. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e Manufatura Enxuta em segmentos da indústria. **Gestão & Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 408-418, 2016.
- GRIJÓ, E.; BERNI, D. A. Metodologia completa para a estimativa de matrizes de insumo-produto. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, n. 26, p. 9-42, 2006.

- GUILHOTO, J. J. **Input-output analysis: theory and foundations**. 1ed. São Paulo: USP, 2011. 75p.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimacão da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicacão e análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005. **Economia & Tecnologia, UFPR/TECPAR**, Curitiba, v. 6, n. 23, p. 53-82, 2010.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimacão da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 277-299, 2005.
- GUILHOTO, J.; SONIS, M.; HEWINGS, G.; MARTINS, E. Índices de ligacões e setores chave na economia brasileira: 1959-1980. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 287-314, 1994.
- HALLAK NETO, J.; FORTE, C. M. O sistema de contas nacionais: evoluçao histórica e implantacão no Brasil. **Econômica**, v. 18, n. 1, p. 1-28, 2016.
- HIRSCHMAN, A. **The strategy of economic development**. New Haven: Yale University Press, 1958. 230p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Matriz insumo-produto Brasil 2000/2005**. Brasília: IBGE, 2008. 320p.
- ISARD, W.; SALTZMAN, S.; DRENNAN, M. P.; AZIS, I. J.; MILLER, R. E.; ISARD, W.; THORBECKE, E. **Methods of interregional and regional analysis**. London: Ashgate Publishing Company USA, 1998. 321p.
- LANGONI, H. Leishmanioses. In: MEGID, J.; RIBEIRO, M. G.; PAES, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produçao e de companhia**. 1ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. p. 1013-1024.
- LEONTIEF, W. "Input-output analysis". In: EATWELL, J.; MILGATE, M.; NEWMAN, P. (Eds.). **The new palgrave: a dictionary of economics**. Espanha: Palgrave Macmillan UK, 1987. p. 860-864.
- LEONTIEF, W. Composite commodities and the problem of index numbers. **Econometrica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 39-59, 1936.
- MCGILVRAY, J. Linkages, key sectors and development strategy. In: LEONTIEF, W. **Structure, system and economic policy**. 1ed. Cambridge: University Press, 1977. p. 49-56.
- MELO, A. S. S. A. Construcão da matriz de insumo produto de Pernambuco para 2005 com ampliacão para análise de novas indústrias. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 16., 2001. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2011. p. 22.
- MILLER, R. E. Regional of Interregional and regional analysis. In: ISARD, W.; In: ISARD, W.; AZIS, I. J.; DRENNAN, M. P.; MILLER, R. E.; SALTZMAN, S.; THORBECKE, E. **Methods of interregional and regional analysis**. Ashgate Publishing Company USA, 2018. p. 41-70.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press, 2009. 321p.
- MONTOYA, M. A. **A matriz de insumo-produto internacional do MERCOSUL em 1990: a desigualdade regional e o impacto intersetorial do comércio inter-regional**. 2018. 217f. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MORETTO, A. C.; SESSO FILHO, R. L.; GUILHOTO, U. A.; MAIA, J. J. M. Regiões polarizadas no Paraná: relacões inter setoriais e inter regionais em 2006. **MPRA Paper**, n. 46996, 2012. 300p.
- OLIVEIRA, E. C. de. **Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas: uma abordagem de insumo-produto**. 2012. 142f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília.
- PALERMO, P. U.; PORSSE, A. A.; PEIXOTO, F. C. Relacões setoriais e interdependência regional da economia gaúcha: análise com um modelo inter-regional de insumo-produto. **Ensaaios FEE**, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2010.
- PARRÉ, J. L.; ALVES, A. F.; SORDI, J. C. Input-output matrix for metropolitan areas: the case of Maringá, Brazil. **A Economia em Revista**, São Paulo, v. 13, p. 5-18, 2005.
- PASSONI, P. A.; FREITAS, F. Estrutura produtiva e indicadores de encadeamento na economia brasileira entre 2010 e 2014: uma análise multisetorial baseada no modelo insumo-produto. **Blucher Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 545-564, 2017.
- RASMUSSEN, P. **Studies in intersectoral relations**. Amsterdam: North Holland, 1956. 217p.
- RATHMANN, R. **Impactos da adocão de metas de reduçao de emissao de gases de efeito estufa sobre a competitividade de setores industriais energointensivos do Brasil**. 2012. 212f. Tese (Doutorado em Ciências do Planejamento Energético) - Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

SANTOS, L.; ALBINO, L.; PEREIRA JR., A. O. "Análise dos impactos macroeconômicos de medidas de restrição de emissões de gases de efeito estufa nos setores produtivos brasileiros". In: Congresso Brasileiro de Energia, 15., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, V. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J.; SILVEIRA, S. F. R. Análise do setor de produção e processamento de café em Minas Gerais: uma abordagem matriz insumo-produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 363-388, 2009.

SONIS, M.; HEWINGS, G. Error and sensitivity input-output analysis: a new approach. In: MILLER, K. R.; PO-LENSKE, A.; ROSE, G. **Frontiers of input-output analysis**. New York: Oxford University Press, 1989. p. 232-244.





## Capítulo 2

# Dimensão econômica e dos setores produtivos de Campo Grande

Uma análise de insumo-produto da renda e do consumo para o ano de 2014 e sua relação com emissões de CO<sub>2</sub>

## Resumo

Este trabalho visou elaborar a matriz insumo-produto da cidade de Campo Grande (MS) para o ano de 2014, que possibilitou a análise, dentre outras aplicações, da estrutura produtiva do município, seus setores econômicos (produção, emprego, renda, etc) e suas inter-relações. Com isso busca explicitar como se relacionam os diversos setores econômicos do município em seu modo de produção atual. Ao promover uma relação entre os setores econômicos, o trabalho busca fornecer subsídios para setores governamentais e não governamentais na análise dos prováveis impactos de políticas econômicas na relação global entre os setores de sua economia. Foram calculados os índices de ligação de Rasmussen – Hirschman não normalizados e normalizados. Foram também calculadas as composições dos efeitos dos multiplicadores emprego e renda por setor. Foram identificados 25 setores na economia da cidade, dos quais preponderam como setores demandantes, a fabricação de laticínios, a administração pública, a educação privada, os serviços às famílias e domicílios e a fabricação de papel e celulose. Em relação aos setores fornecedores, destacaram-se os setores de comércio, as atividades Imobiliárias, as demais indústrias de transformação, os serviços às empresas e o transporte. Na geração de emprego, despontam os setores de fabricação de celulose e de fabricação de laticínios. Foram comparadas as relações econômicas da cidade de Campo Grande com estudos de insumo-produto híbridos, relativos à emissão de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** Campo Grande, Desenvolvimento, Ambiente e Sustentabilidade, Economia Regional.

## Abstract

This work aims to elaborate the input-output matrix of the city of Campo Grande (MS) for the year 2014, which will allow the analysis, among other applications, of the productive structure of the municipality, its economic sectors (production, employment, and their interrelations). With this, it seeks to explain how the various economic sectors of the municipality relate to their current mode of production. In promoting a relationship between the economic sectors, the work seeks to provide subsidies for governmental and non-governmental sectors in the analysis of the probable impacts of economic policies on the global relationship between the sectors of their economy. Non-normalized and normalized Rasmussen-Hirschman binding rates were calculated. The composition of the effects of employment and income multipliers by sector was also calculated. Twenty-five sectors were identified in the city's economy, of which demanded sectors such as dairy manufacturing, public administration, private education, services to households and households, and the manufacture of paper and pulp. In relation to the supplier sectors, the sectors of trade, real estate activities, other manufacturing industries, business services and transportation were highlighted. In the generation of employment, the pulp manufacturing and dairy manufacturing sectors emerge. The economic relations of the city of Campo Grande were compared with studies of hybrid input-product related to CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords:** Campo Grande, Development, Environment and Sustainability, Regional Economics.



## 1. INTRODUÇÃO

A forma como o desenvolvimento regionalizado da economia deve ser planejado passa pelo pressuposto de que os recursos públicos devem ser empregados da forma mais correta e que gere os melhores resultados para o interesse da população. Neste sentido, é importante identificar os setores da economia de uma região que tem maior potencial gerador. Este potencial gerador se norteia principalmente na capacidade de resposta que um determinado setor econômico tem, mediante a entrada de uma unidade de investimento, gerando emprego e renda para a população. Diretamente ligada a esta capacidade responsiva está a dinâmica entre os setores e a intensidade em que as mesmas ocorrem.

Guilhoto (2011) explana o que foi o trabalho de Leontief ao criar a matriz de insumo-produto, afirmando que ele conseguiu construir uma fotografia econômica da própria economia; nesta fotografia, ele mostrou como os setores estão relacionados entre si - ou seja, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quem. O resultado foi uma visão única e compreensível de como a economia funciona - como cada setor se torna mais ou menos dependente dos outros.

O autor mencionado explica ainda que esse sistema de interdependência é formalmente demonstrado em uma tabela conhecida como tabela de insumo-produto; e tais representações demandam grandes investimentos, já que elas requerem uma coleção de informações sobre cada companhia, a respeito dos seus fluxos de vendas e das suas fontes de suprimento. Enquanto setores compram e vendem uns para os outros, um setor individual interage, tipicamente e diretamente, com um número relativamente pequeno de setores. Entretanto, devido à natureza desta dependência, pode-se mostrar que todos os setores estão interligados, direta ou indiretamente.

De acordo com Grijó e Bêrni (2006), o modelo fechado de Leontief é descrito por um conjunto de equações linearmente homogêneas, o que implica que lhe cabem infinitas soluções. Assim, buscando viabilizar a construção de uma equação reduzida do modelo, com as variáveis exógenas dadas como função de um conjunto endógeno, o próprio Leontief, na formulação estruturada em 1952, criou um vetor de demanda das famílias capaz de eliminar a dependência linear do sistema. Desse modo, com a eleição de uma única suposição de natureza comportamental/tecnológica, o modelo mantém seu caráter linear, mas transforma-se num conjunto de equações não homogêneas passível de solução.

Grijó e Bêrni (2006) falam ainda que um esforço considerável é despendido pelos institutos estatísticos na construção dessas duas tabelas, tarefa que exige a agregação criteriosa da elevada diversidade de produtos em grupos de produtos e das empresas em setores de atividade. Os grupos de produtos procuram manter homogeneidade em relação a sua origem e destino e os setores de atividade produtiva agregam estabelecimentos com estruturas de produção e consumo intermediário relativamente homogêneos. A metodologia adotada acaba por determinar uma natural correspondência entre ambos os conjuntos. Dessa maneira, por exemplo, os produtos agropecuários são predominantemente produzidos pelo setor agropecuário, e os equipamentos eletrônicos, predominantemente produzidos pela indústria de equipamentos eletrônicos.

A matriz de insumo-produto (MIP) decompõe os fluxos entre as atividades econômicas e os fatores primários, descrevendo a estrutura interna de cada setor produtivo e do conjunto da economia. Ela é um instrumento importante para avaliar as interdependências entre os setores produtivos, possibilitando identificar seus efeitos multiplicadores sobre a produção, o emprego e a renda. Além disso, ela também possibilita medir o impacto



de políticas públicas, auxiliando no planejamento econômico (WIEBUSCH e FOCHEZATTO, 2008).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), Campo Grande tem Área Territorial de 8.092,951 km<sup>2</sup> [2018], População estimada de 895.982 pessoas [2019], Densidade demográfica de 97,22 hab/km<sup>2</sup> [2010], um Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,784 [2010] e PIB per capita de R\$ 30.924,89 [2017]. Sobre este último valor, de acordo ainda com o IBGE, Campo Grande é o 34º município em renda per capita do estado [2017]. Por ser a capital do estado do Mato Grosso do Sul, destaca-se a importância de estudar sua estrutura econômica.

Este trabalho, portanto, teve como objetivo geral construir a matriz insumo-produto da cidade de Campo Grande, capital do estado do Mato Grosso do Sul para o ano de 2014. Como objetivos específicos, analisar, dentre outras aplicações, a estrutura produtiva do município, seus setores econômicos (produção, emprego, renda, etc) e suas inter-relações; analisar a relação entre os setores através dos Índices de Rasmussen-Hirschman e Índices Puros de Ligações Normalizados, analisando as ligações para trás e para frente de todos os principais 25 setores da economia da cidade, além da análise pelos multiplicadores de emprego, renda e produção. Por fim, comparar os resultados com a literatura existente sobre matrizes híbridas de insumo produto com CO<sub>2</sub>, relacionando com os resultados encontrados para Campo Grande.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Como já mencionado nos objetivos do trabalho, foi construída a matriz-insumo produto da cidade de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul. Para isso, foi utilizado o método hipotético-dedutivo, bem como a pesquisa foi de caráter quantitativo e exploratório, lançando mão de dados secundários e tendo como universo o fluxo produtivo da cidade estudada.

Para o embasamento teórico, foi feita a revisão de literatura direcionada as temáticas de economia regional, econômica ecológica e do meio ambiente, bem como literatura sobre a construção de matrizes de insumo-produto regionais.

Para a elaboração da matriz insumo-produto, foram utilizados uma série de dados provenientes do Sistema de Contas Nacional (SCN) que, por sua vez, é formado pelos seguintes conjuntos de contas e tabelas: Contas Econômicas Integradas, Tabelas de Recursos e Usos, Tabela Tridimensional (operações financeiras), Tabela das Operações por Função e Tabelas de População e Emprego. As informações necessárias à elaboração da Matriz de Insumo-Produto (MIP) foram retiradas dessas tabelas, em especial a Tabela de Recursos e Usos, todas disponibilizadas pelo IBGE. Foi utilizada também a matriz insumo-produto do Estado (MIP-MS) referente ao ano de 2014 contendo 25 produtos/setores.

O desenvolvimento da matriz insumo-produto seguiu o modelo tradicional proposto por Leontief. O quadro 1 ilustra de forma reduzida como funcionaria o modelo e suas relações entre dois setores da economia.

**Quadro 1.** Tabela de Insumo-Produto

	Setor 1	Setor 2	Consumo Famílias	Governo	Investimen- to	Exportações	Total
Setor 1	$Z_{11}$	$Z_{21}$	$C_1$	$G_1$	$I_1$	$E_1$	$X_1$
Setor 2	$Z_{21}$	$Z_{22}$	$C_2$	$G_2$	$I_2$	$E_2$	$X_2$
Importação	$M_1$	$M_2$	$M_c$	$M_g$	$M_I$		$M$
Impostos	$T_1$	$T_2$	$T_c$	$T_g$	$T_i$	$T_e$	$T$
Valor Adicio- nado	$W_1$	$W_2$					$W$
Total	$X_1$	$X_2$	$C$	$G$	$I$	$E$	

Fonte: Do autor.

Sendo:

$Z_{ij}$  é o fluxo monetário entre os setores  $i$  e  $j$ ;

$C_i$  é o consumo das famílias dos produtos do setor  $i$ ;

$G_i$  é o gasto do governo junto ao setor  $i$ ;

$I_i$  é a demanda por bens de investimento produzidos no setor  $i$ ;

$E_i$  é o total exportado pelo setor  $i$ ;

$X_i$  é o total de produção do setor  $i$ ;

$T_i$  é o total de impostos indiretos líquidos pagos por  $i$ ;

$M_i$  é a importação realizada pelo setor  $i$ ;

$W_i$  é o valor adicionado gerado pelo setor  $i$ .

Equalizando-se os totais, pode-se inferir da tabela acima a seguinte igualdade dada pela Eq. (12):

$$X_1 + X_2 + C + G + I + E = X_1 + X_2 + M + T + W \quad (12)$$

Existindo os valores de  $X_1$  e  $X_2$  em ambos termos da equação, é possível fazer o cancelamento das mesmas, reduzindo à equação Eq. (13):

$$C + G + I + E = M + T + W \quad (13)$$

Reorganizando a equação para se ter a balança comercial ( $E-M$ ) em um termo, chega-se à identidade da Eq. (14):

$$C + G + I + (E - M) = T + W \quad (14)$$

O lado direito da equação representa a renda nacional bruta (o total de pagamentos da economia) e o lado esquerdo representa o produto nacional bruto (o total gasto com bens de consumo e investimento, total dos gastos do governo e a balança comercial do país).

Desta forma pode-se observar que a tabela de insumo-produto conserva as identidades macroeconômicas. A partir do quadro 1 e equações (12), (13) e (14), pode-se generalizar a produção total do sistema para o caso de  $n$  setores, obtendo-se a Eq. (15):



$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + c_i + g_i + i_i + e_i \equiv x_i, \text{ onde } i = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

Onde:

$z_{ij}$  é a produção do setor  $i$  que é utilizada como insumo intermediário pelo setor  $j$ ;

$c_i$  é a produção do setor  $i$  que é consumida domesticamente pelas famílias;

$g_i$  é a produção do setor  $i$  que é consumida domesticamente pelo governo;

$i_i$  é a produção do setor  $i$  que é destinada ao investimento;

$e_i$  é a produção do setor  $i$  que é exportada;

$x_i$  é a produção doméstica total do setor  $i$ .

O modelo de Leontief assume que os fluxos intermediários por unidade do produto final, ou seja, a relação entre os insumos utilizados em cada setor e a produção total do setor, por unidade, não se modifica, sendo fixo. Esta relação foi denominada de coeficiente técnico de produção ( $a_{ij}$ ), conforme a Eq. (16):

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (16)$$

Assim, pode-se derivar o sistema aberto de Leontief, expressando as relações econômicas em que o consumo total ( $y_i$ ) seja calculado através dos coeficientes técnicos e os valores de produção de cada setor, adicionados da demanda final, conforme a Eq. (17):

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + y_i = x_i \quad (17)$$

$i = 1, 2, \dots, n$

Onde  $a_{ij}$  é o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor  $i$  necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor  $j$  e;  $y_i$  é a demanda final por produtos do setor  $i$ , isto é,  $c_i + g_i + i_i + e_i$ .

A equação pode ser escrita em forma matricial como a Eq. (18):

$$Ax + y = x \quad (18)$$

Sendo:

$A$  é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem  $(n \times n)$

$x$  e  $y$  são vetores colunas de ordem  $(n \times 1)$

Isolando-se  $x$  na equação 18 pode-se obter a produção total que é necessária para atender a demanda final, Eq. (19):

$$x = (I - A)^{-1} y \quad (19)$$

Sendo:

$(I - A)^{-1}$  é a matriz de coeficientes diretos e indiretos, ou a matriz de Leontief

Chamando-se de  $B = (I - A)^{-1}$ , o elemento  $b_{ij}$  será a produção total do setor  $i$  que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor  $j$ .

Para se calcular o efeito induzido é necessário adotar como endógeno o consumo e a renda das famílias no modelo de insumo-produto. Isto se dá pelo fato de que a renda das famílias depende do que é produzido em cada setor. Dessa maneira, ao invés de usar a

matriz A descrita acima, teremos:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} A & H_c \\ H_r & 0 \end{bmatrix} \quad (20)$$

Sendo  $\bar{A}$  a nova matriz de coeficientes técnicos  $(n + 1) \times (n + 1)$  contendo a renda ( $H_r$ ) e o consumo ( $H_c$ ) das famílias. Do mesmo modo, tem-se que os novos vetores de produção total  $((n + 1) \times 1)$ , e de demanda final  $\bar{Y}$   $((n + 1) \times 1)$  seriam representados respectivamente por

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} X \\ X_{n+1} \end{bmatrix} \quad (21)$$

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} Y^* \\ Y_{n+1}^* \end{bmatrix} \quad (22)$$

Sendo que os novos componentes estão relacionados à endogeneização do consumo e da renda das famílias. Dessa maneira, o sistema de Leontief seria representado como:

$$X = B \bar{Y} \quad (23)$$

$$B = (I - \bar{A})^{-1} \quad (24)$$

Do ponto de vista da álgebra matricial, não é difícil perceber a correção do método, mas pode-se entender mais de perto o significado econômico da matriz inversa de Leontief. Pós- multiplicando a matriz  $(I - A)$  por  $(I + A + A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n)$ , chega-se a:

$$(I - A_{n+1}) \quad (25)$$

Como todos os coeficientes técnicos da matriz A estão entre 0 e 1, fazendo n tender ao infinito, os valores do último termo se aproximam de zero e, dessa forma, pode-se considerar como resultado da multiplicação apenas o termo I (matriz identidade). Sendo assim, conclui-se que  $(I + A + A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n)$  passa a ser considerada como a matriz inversa  $(I - A)$  de quando n assume valores altos.

Se houver um aumento da demanda por produtos de determinado setor j, o impacto inicial corresponderá exatamente ao aumento da produção deste setor. Esta variação está refletida no primeiro termo I do somatório  $(I + A + A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_n)$ . Mas para aumentar a produção, o setor j demandaria insumos dos demais setores, segundo a proporção estabelecida pela coluna j.

Pré-multiplicando o vetor da variação da demanda pela matriz  $(I - A)^{-1}$  chega-se ao seguinte resultado: o setor j teria um aumento de produção correspondente à variação da demanda mais o valor necessário de insumo demandado pelo próprio setor em função do aumento da demanda final. Todos os demais setores que fornecem insumos ao setor j também teriam suas produções alteradas.

O acréscimo seria correspondente à variação da demanda vezes o coeficiente técnico  $a_{ij}$ . Portanto, o termo A representa a necessidade de insumo do setor originalmente demandado e mede os efeitos da “primeira rodada”. Mas a produção desses insumos demandará, por sua vez, outros insumos e o valor desta demanda será calculada por meio do termo  $A_2$ . Este encadeamento não tem fim e cada “rodada” é contemplada pela inclusão de mais um termo no somatório.

Um dos principais usos da informação em um modelo de insumo-produto é na avaliação do efeito das mudanças na demanda final, por exemplo, sobre o emprego e a renda. Por outro lado, as mudanças podem também ser examinadas como alterações mais am-

plas podendo servir para projeções e previsões.

Vários tipos de multiplicadores podem ser utilizados para estimar os efeitos das mudanças ocorridas como: *i)* produto dos setores da economia; *ii)* renda recebida pelas famílias em cada setor por causa dos novos produtos; *iii)* emprego (postos de trabalho em termos físicos) que está sendo gerado em cada setor devido ao novo produto; *iv)* o valor adicionado que é criado por cada setor da economia através dos novos produtos (MILLER e BLAIR, 2009).

O procedimento metodológico para elaboração dos efeitos diretos e indiretos de emprego e renda do trabalho, descrita por Porsse (2002), quantificar os empregos gerados a partir de um aumento da demanda final em cada setor da economia.

Considerando o equilíbrio entre oferta e demanda, supondo ainda que não existam variações no nível de estoques, todo aumento de demanda corresponde a um aumento da produção. Portanto, a variável que permitirá formar o elo entre o aumento da demanda e seu impacto no nível de emprego é a produção.

O emprego será relacionado à produção por meio de uma relação linear com o cálculo de um coeficiente de emprego, definido como a relação entre o número de trabalhadores e a produção desse setor. Permanecendo constante esse coeficiente, a qualquer aumento na produção corresponderá proporcionalmente um aumento no nível de emprego.

Miller e Blair (2009) descrevem os três efeitos gerados na economia: emprego direto, emprego indireto e o efeito-renda. A metodologia consiste em associar a matriz inversa de Leontief aos coeficientes de emprego dos setores da economia, os quais fornecem o número de empregos gerados direta e indiretamente para uma variação da demanda final. Utilizando, por sua vez, a matriz de coeficientes técnicos para calcular a inversa de Leontief, tem-se calculado o número de empregos gerados direta, indiretamente e pela indução, a partir de um incremento na demanda final das famílias.

De acordo com Feijó (2013), os multiplicadores adicionam novas informações à análise da matriz insumo-produto, pois incorporam o valor adicionado na equação básica do modelo. São quatro os multiplicadores calculados que podem ser resumidos no quadro 2.

**Quadro 2.** Os multiplicadores econômicos resultantes da matriz de insumo-produto

<b>Multiplicador direto</b>	Mede o impacto da variação da demanda final do setor j, considerando apenas as atividades que fornecem insumos diretos para esse setor.
<b>Multiplicador indireto</b>	Mede o impacto da variação da demanda final do setor j, considerando apenas as atividades que fornecem insumos indiretos para esse setor.
<b>Multiplicador efeito-renda (induzido)</b>	Mede o impacto da variação da demanda final do setor j, considerando adicionalmente o efeito da geração de renda e do consumo das famílias.
<b>Multiplicador total</b>	Mensura o impacto da variação da demanda final do setor j, considerando as atividades que fornecem insumos diretos e indiretos para esse setor.

**Fonte:** Feijó (2013)

A geração de emprego dentro das atividades econômicas tem como ponto de partida o aumento na demanda final que, primeiramente, gera empregos diretos, que correspon-

dem à divisão do total de empregados pelo valor bruto da produção por atividade. Já a demanda por insumos intermediários da atividade, indiretamente, aumenta a demanda final, resultando no crescimento da produção das demais atividades.

O multiplicador direto da variável é dado como o valor da renda requerida por unidade de produto para cada setor da economia, expressa pela equação (15)

$$e_j^D = \frac{E_j}{X_j} \quad (26)$$

Onde:  $E_j$  = valor do emprego do setor  $j$ ;  $X_j$  = valor da produção do setor  $j$ ; Através do multiplicador direto e indireto do emprego tem-se o impacto do acréscimo na demanda final do setor  $j$  sobre o emprego total da economia, dado todo o encadeamento intersetorial do modelo de Leontief. Dessa forma, o efeito total, direto mais indireto, pode ser obtido pela equação (25):

$$e^{DI} = e^D (I-A)^{-1} \quad (27)$$

Onde:

$e^{DI}$  = vetor do multiplicador direto e indireto do emprego;

$e^D$  = vetor dos coeficientes diretos do emprego;

$(I - A)^{-1}$  = matriz dos coeficientes técnicos do modelo de Leontief.

No emprego indireto, qualquer aumento da produção de um bem final estimula a produção de todos os insumos requeridos para a sua produção. Desse modo, um aumento na demanda em um setor específico provoca aumento da produção não apenas do setor, mas também dos bens intermediários (insumos) gerando empregos indiretos. Assim, o cálculo dos multiplicadores indiretos deve ser realizado pela diferença (24)-(25).

Havendo a endogeneização do consumo das famílias é possível calcular os multiplicadores do tipo II, e assim obter o chamado efeito-renda ou o efeito induzido. Neste caso, utiliza-se a matriz de Leontief do modelo fechado para encontrar o multiplicador total, que será de efeitos diretos, indiretos e induzidos:

$$e^{DII} = e^D (I-\bar{A})^{-1} \quad (28)$$

Onde:

$e^{DII}$  = vetor do multiplicador direto, indireto e induzido do emprego;

$e^D$  = vetor dos coeficientes diretos do emprego;

$(I - \bar{A})^{-1}$  = matriz dos coeficientes técnicos do modelo de Leontief fechado.

A diferença entre  $e^{DII}$  (total no modelo fechado) e  $e^{DI}$  (total no modelo aberto) fornece o efeito-renda (induzido). Desta forma, é possível encontrar também o multiplicador indireto, pois o multiplicador total é a soma dos multiplicadores direto, indireto e induzido.

Essas mesmas funções, apresentadas acima, podem ser empregadas para calcular os multiplicadores para qualquer outra variável que compõe o Valor Adicionado. Neste trabalho, além dos multiplicadores de renda serão calculados os multiplicadores do valor adicionado, renda e impostos.

Os índices de ligações de Rasmussen-Hirschman têm sido muito aplicados na literatura sendo os alguns de seus principais expoentes deste tipo de análise proveniente do método de insumo-produto os trabalhos de McGilvray (1977), Hewings (1982) e Guilhoto

et.al. (1994).

Esse indicador, idealizado por Rasmussen (1956) e ampliado por Hirschman (1958), tem sido utilizado na identificação de setores-chave em uma economia. A definição de setores chave está diretamente ligada ao pressuposto de que determinadas atividades têm o potencial de gerar um maior crescimento econômico através de suas conexões para trás (*backward linkage* - BL) e para frente (*forward linkage* - FL) com os demais setores da economia.

Estes indicadores levam em consideração o arranjo proposto por cada economia entre os setores onde estes encadeamentos são classificados “para trás”, pois estimam o quanto um setor demanda dos outros setores, e encadeamentos para frente, que mensuram o quanto um setor é demandado pelos outros setores da economia.

No critério de classificação utilizado por Rasmussen e Hirschman, valores maiores do que um para pelo menos um dos índices de ligações indicam setores acima da média e, portanto, setores-chave para o crescimento da economia. Já McGilvray (1977) determina que para que os setores sejam considerados como chave para uma economia é preciso que ambos os índices sejam superiores a 1. O cálculo efetivo do índice de ligação para frente segue a equação (16).

$$FL_i = \sum_j Z_{ij} \quad (29)$$

FL representa o *forward linkage* ou ligação para frente; Z seria uma matriz de Leontief; i os setores demandantes na linha da matriz Z (vendas). Esse multiplicador é interpretado como o aumento total na produção de todos os setores quando há aumento unitário pela demanda final da atividade i. O índice de ligação para trás segue a equação (19).

$$BL_j = \sum_i Z_{ij} \quad (30)$$

Onde: BL representa o *backward linkage* ou ligação para trás; Z seria uma matriz de Leontief; j os setores demandados pelo setor i (insumos comprados por i). Esse multiplicador é interpretado como um aumento na produção da atividade j quando há aumento unitário em toda a demanda final.

Para comparações das matrizes, são desenvolvidos índices normalizados. Calcula-se para cada linha ou coluna da matriz de Leontief a relação entre o seu coeficiente médio e a média total dos coeficientes (FEIJÓ, 2013).

Esses índices podem ser normalizados tomando-se seu coeficiente médio em relação à média total dos coeficientes. Então, definindo-se a média de cada indicador de ligação e a média total dos coeficientes da matriz de Leontief tal como sugerido por Porsse (2002) podem ser normalizados utilizando as equações (20) e (21) que possibilitam a identificação de setores-chave, ou seja, índices normalizados com valores superiores à unidade evidenciam setores com comportamento acima da média, portanto, setores-chave da economia regional. Para fins deste trabalho, os indicadores relevantes são estes de (18) e (19).

$$BL_j^* = \frac{\frac{1}{n} BL_j}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j BL_{ij}} \quad (31)$$

$$FL_i^* = \frac{\frac{1}{n} FL_i}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j FL_{ij}} \quad (32)$$



Segundo Guilhoto (2011) a identificação dos setores-chave da economia pode ser entendida como os setores em que os índices *BL* e *FL* apresentam valor superior a 1. Estes são setores cujas atividades econômicas exercem uma influência maior do que a média em toda a economia.

Como literatura publicada sobre matrizes insumo-produto híbridas relativas à emissão de  $\text{CO}_2$ , foram pesquisados artigos na plataforma do Google Acadêmico, com a palavra chave “matriz insumo produto híbrida  $\text{CO}_2$ ”, sendo selecionados 6 estudos publicados sobre a temática, sendo o trabalho de Montoya (2018) a nível de Brasil, Hilgemberg *et al.* (2005) a nível de Centro-Oeste, Mozzer e Justi (2018) e Castelão (2018) a nível do estado do Mato Grosso do Sul e complementarmente, os trabalhos de Figueiredo *et al.* (2009) para o estado do Pernambuco e de Carvalho e Perobelli (2009), para o estado de São Paulo. Foram elencados os 5 setores de cada trabalho que causam maior emissão ou sensibilidade para a emissão de  $\text{CO}_2$ . Após o cruzamento destes dados, elencou-se os que mais foram citados.

Após o levantamento e sistematização da literatura pertinente, foram elencados os setores que aparecem simultaneamente entre os 10 setores com maior efeito total dos multiplicadores de emprego e renda de Campo Grande e comparados com os setores encontrados na literatura, podendo estabelecer uma comparação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados da pesquisa são constituídos pelos índices de ligações inter-setoriais (Índices de Rasmussen-Hirschman e Índices Puros de Ligações Normalizados) e pelos multiplicadores de emprego, renda e produção. Importante frisar que todos estes índices foram calculados já considerando o modelo de Leonfief fechado, estando contabilizado o modelo de Leontief aberto com o efeito renda.

Os índices não normalizados (Rasmussen – Hirschman), servem como parâmetro para interpretar a mensuração feita em unidades monetárias. A tabela 1 mostra os índices para frente e para trás de todos os setores da economia de Campo Grande, arranjados em ordem de importância.

Os indicadores com o fundo azul representam os cinco maiores e os de fundo avermelhado representam os cinco menores.

Com relação às ligações para trás, apontando a importância dos setores como demandantes da produção dos demais, a cada R\$1,00 de alteração da demanda final do setor de Fabricação de Laticínios gera R\$ 6,03 na demanda dos demais setores.

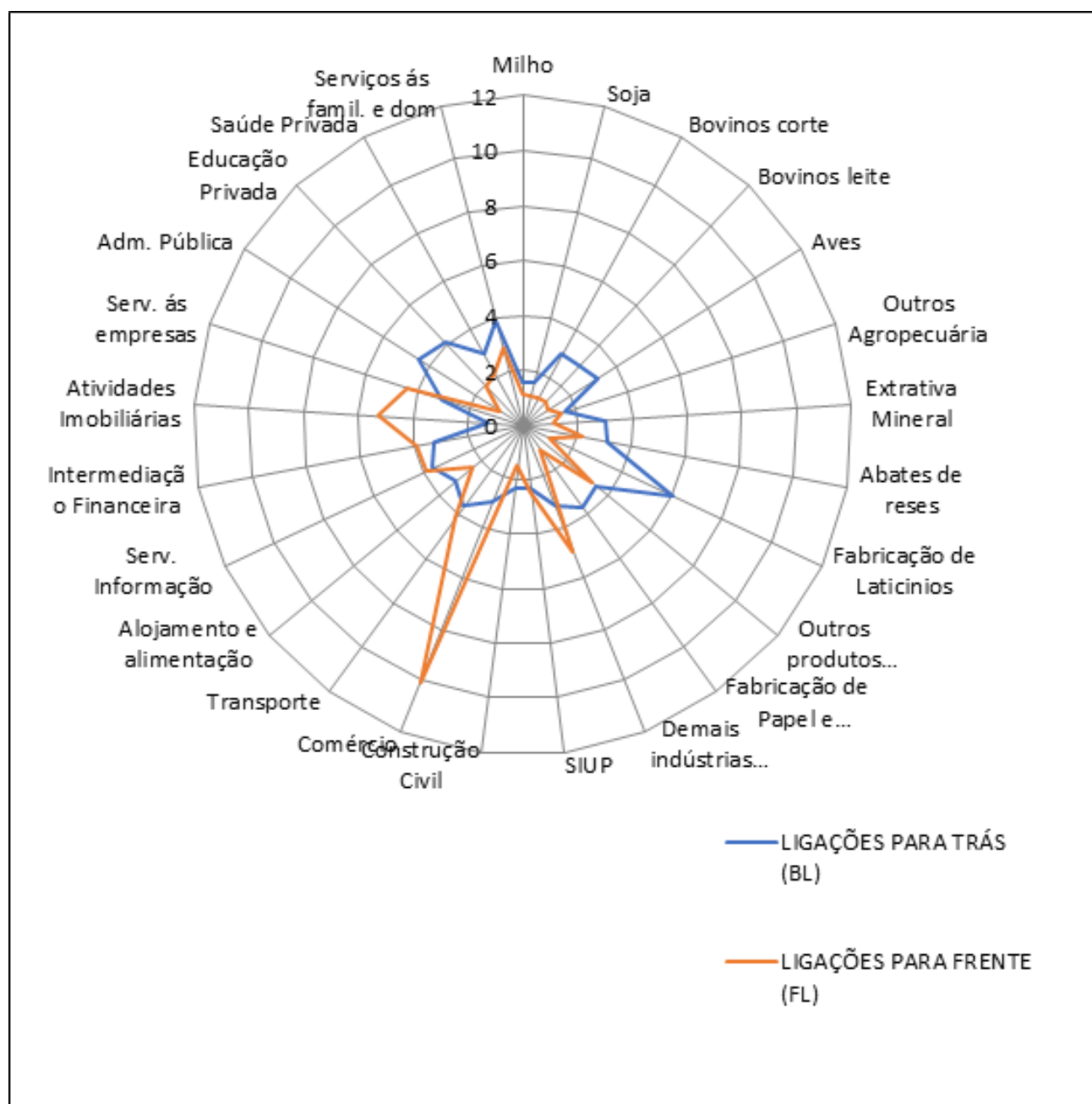
**Tabela 1.** Índices de ligação para frente e para trás não normalizados da economia de Campo Grande – 2014

Setor	BL	Rank	FL	Rank
Milho	1,5524	24	1,1393	19
Soja	1,5719	23	1,0901	23
Bovinos corte	2,9577	18	1,1737	18
Bovinos leite	2,9577	19	1,2154	17
Aves	3,2114	10	1,0992	22
Outros Agropecuária	1,5844	22	1,5056	15
Extrativa Mineral	2,9867	16	1,1122	21
Abates de reses	3,1306	13	2,2049	12
Fabricação de Laticínios	6,0390	1	1,0720	24
Outros produtos alimentares	3,4904	8	3,2939	8
Fabricação de Papel e Celulose	3,7468	5	1,1191	20
Demais indústrias de transformação	3,1674	12	4,9519	3
SIUP	2,2823	21	2,4350	10
Construção Civil	2,3367	20	1,4422	16
Comércio	3,0260	15	10,0448	1
Transporte	3,6476	6	4,1626	5
Alojamento e alimentação	3,1775	11	2,3546	11
Serv. Informação	3,6297	7	3,9012	7
Intermediação Financeira	3,2623	9	3,9223	6
Atividades Imobiliárias	1,2377	25	5,2832	2
Serv. às empresas	3,0848	14	4,4552	4
Adm. Pública	4,5064	2	1,0000	25
Educação Privada	4,1075	3	1,9622	14
Saúde Privada	2,9801	17	2,1286	13
Serviços às famil. e dom	3,9527	4	2,9094	9

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Tem-se como principais setores a Fabricação de Laticínios, em primeiro lugar, seguido da Administração Pública, da Educação Privada, dos Serviços às Famílias e a Fabricação de Papel e Celulose.

Em últimos colocados, ou seja, setores com menores demandas da produção dos demais, temos as Atividades Imobiliárias (em último), o Milho, a Soja, a Agropecuária (outros), os Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP) e a Construção Civil (Figura 1).



**Figura 1.** Índices de Ligação para Trás e para Frente não normalizados, Campo Grande, em 2014.

Quanto às ligações para frente, apontando a importância dos setores como ofertantes de produção na economia, o impacto de R\$1,00 real na demanda final de todos os setores gera, por exemplo no Comércio, o retorno de R\$10,04. Temos nos primeiros lugares o Comércio (representando as vendas no atacado e varejo, de produtos usados e novos; Intermediação financeira, seguros e previdência complementar e serviços relacionados), as Atividades Imobiliárias, as Demais Indústrias de Transformação, os Serviços às Empresas e o Transporte. Não é de estranheza setores transversais como os de serviço (transporte, comércio, serviços empresariais etc,) terem esta posição na demanda de seus serviços. Os últimos colocados são a Administração Pública, a Fabricação de Laticínios, a Soja, as Aves, a Extrativa Mineral e a Fabricação de Papel e Celulose.

Entretanto, justamente pelo fato de os índices de Rasmussen-Hirschman não levarem em consideração o valor bruto da produção total das indústrias, apontando apenas o grau de ligação entre elas, sua análise deve ser complementada pelos índices puros de ligações normalizados, os quais levam em consideração o valor da produção de cada setor.

A realização da normalização é importante para que os índices se tornem independentes das unidades de medida, desta forma não levando em consideração a importância de cada setor na estrutura da demanda final, identificando assim os setores-chave para a economia. Na tabela 2 estão reportados os valores dos índices para frente e para trás normalizados.

As atividades onde o índice excede a unidade são consideradas setores-chave da economia de Campo Grande em 2014. Todas estas atividades acima da média estão sinalizadas com fundo azul.

Abaixo da tabela 2, podemos observar no gráfico 2 que, dos 25 setores, apenas 12 podem ser considerados setores-chave para a economia da cidade no tocante as ligações para trás. Existem setores que preponderam em relação a outros, mesmo estando com o índice acima da unidade.

Em especial atenção estão a Fabricação de Laticínios, a Administração Pública, a Educação Privada, os Serviços as Famílias e Domicílios e a Fabricação de Papel e Celulose. É importante frisar que, em termos de políticas econômicas para a indústria, por exemplo, incentivar os setores da fabricação de laticínios e de papel e celulose podem causar impactos maiores na demanda de produtos finais de uma forma global, de todos os setores.

De forma semelhante, analisando os setores com maior índice de ligação para frente, existem nove setores que são chave para a economia. É possível destacar o setor de Comércio como o mais demandado entre os demais setores. Depois dele, temos em ordem dos cinco primeiros, as Atividades Imobiliárias, as Demais Indústrias de Transformação, os Serviços as Empresas e o Transporte.

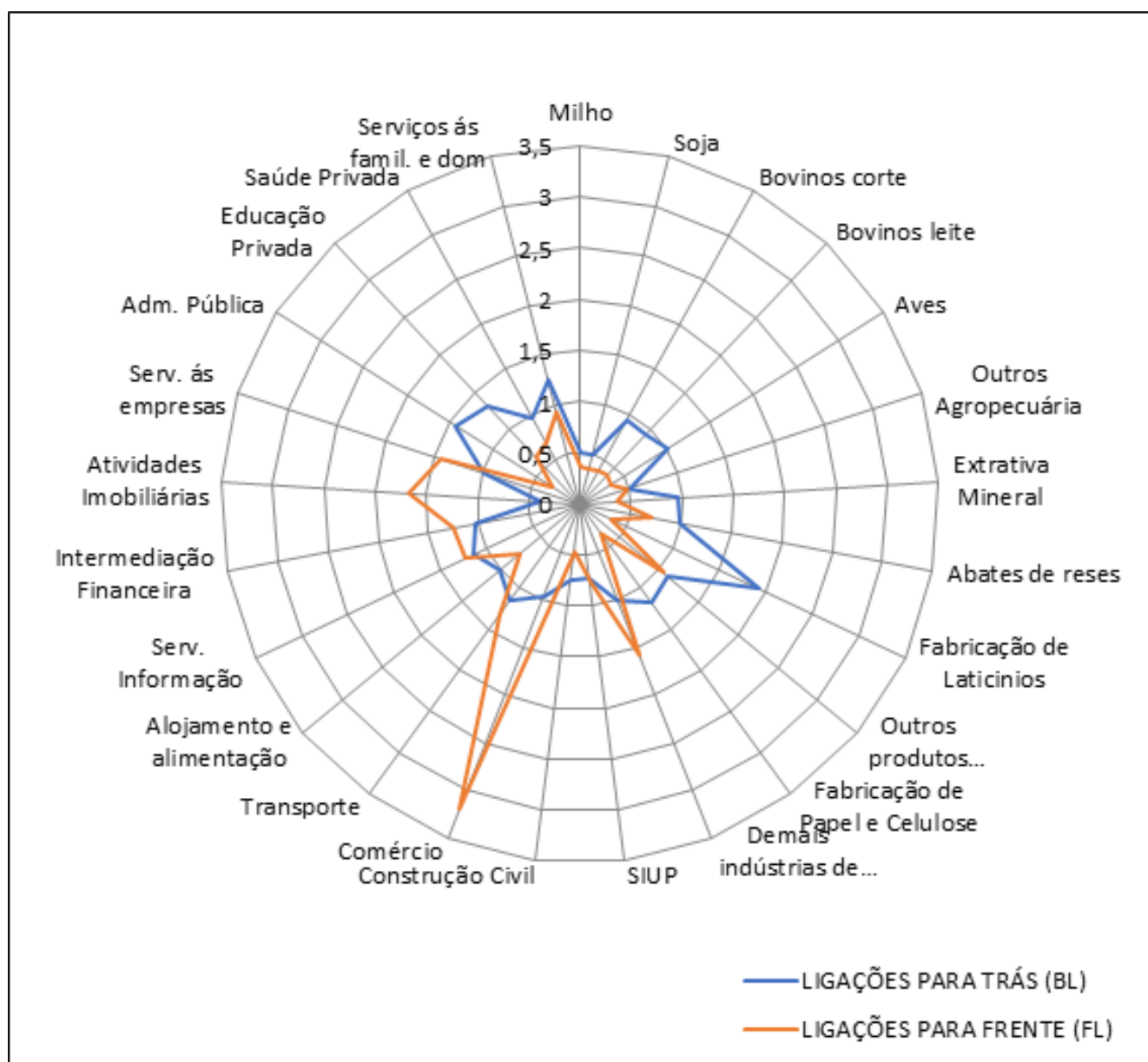
**Tabela 2.** Índices de ligação para frente e para trás normalizados em Campo Grande – 2014

<b>Setor</b>	<b>BL</b>	<b>Rank</b>	<b>FL</b>	<b>Rank</b>
Milho	0,4943	24	0,3628	19
Soja	0,5005	23	0,3471	23
Bovinos corte	0,9418	18	0,3737	18
Bovinos leite	0,9418	19	0,3870	17
Aves	1,0226	10	0,3500	22
Outros Agropecuária	0,5045	22	0,4794	15
Extrativa Mineral	0,9510	16	0,3542	21
Abates de reses	0,9968	13	0,7021	12
Fabricação de Laticínios	1,9229	1	0,3413	24
Outros produtos alimentares	1,1114	8	1,0488	8
Fabricação de Papel e Celulose	1,1931	5	0,3564	20
Demais indústrias de transformação	1,0086	12	1,5768	3
SIUP	0,7267	21	0,7754	10
Construção Civil	0,7440	20	0,4592	16
Comércio	0,9635	15	3,1984	1
Transporte	1,1615	6	1,3254	5
Alojamento e alimentação	1,0118	11	0,7497	11
Serv. Informação	1,1558	7	1,2422	7
Intermediação Financeira	1,0388	9	1,2489	6
Atividades Imobiliárias	0,3941	25	1,6823	2
Serv. às empresas	0,9822	14	1,4186	4
Adm. Pública	1,4349	2	0,3184	25
Educação Privada	1,3079	3	0,6248	14
Saúde Privada	0,9489	17	0,6778	13
Serviços às famil. e dom	1,2586	4	0,9264	9

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Considerando que a região em estudo é uma cidade, capital do estado do Mato Grosso do Sul, observa-se que os setores com maior índice de ligação para frente são os setores de serviço, característicos de um núcleo urbano consolidado. Em termos de políticas públicas e econômicas, fortalecer estes setores com melhorias na qualidade de prestação dos serviços pode gerar benefícios maiores em escala.





**Figura 2.** Campo Grande: Índices de Ligação para Trás e para Frente normalizados (2014).

O efeito total do multiplicador do emprego representa a somatória dos efeitos diretos, indiretos e induzidos. É, em suma, a capacidade do setor produtivo em gerar empregos a partir de um determinado estímulo na sua demanda final. O efeito direto corresponde à geração de emprego específica no setor. O efeito indireto indica a geração de empregos em outros setores. Por fim, o efeito induzido simboliza empregos gerados pelo consumo das famílias endogeneizado.

Na tabela 3 é possível verificar todos os efeitos em cada setor da economia, para cada R\$ 1 milhão de variação no produto final.

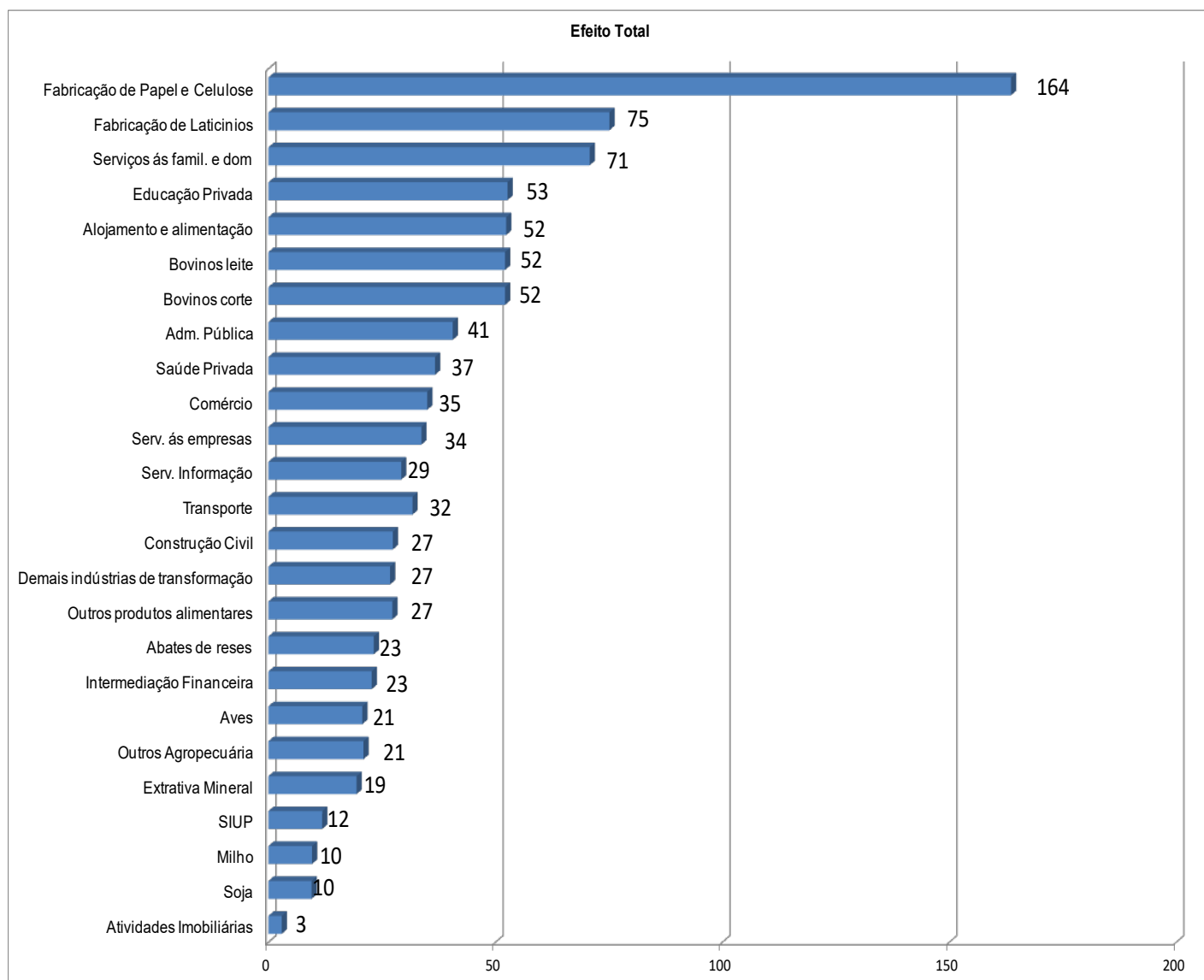
**Tabela 3.** Composição dos efeitos do multiplicador emprego por setor

<b>Setor</b>	<b>Efeito direto</b>	<b>Efeito Indireto</b>	<b>Efeito Induzido</b>	<b>Efeito Total</b>
Milho	5	3	2	10
Soja	4	2	3	10
Bovinos corte	35	7	10	52
Bovinos leite	35	7	10	52
Aves	2	12	7	21
Outros Agropecuária	16	1	4	21
Extrativa Mineral	2	8	9	19
Abates de reses	2	13	8	23
Fabricação de Laticínios	24	21	30	75
Outros produtos alimentares	2	15	10	27
Fabricação de Papel e Celulose	16	131	16	164
Demais indústrias de transformação	5	12	10	27
SIUP	1	5	5	12
Construção Civil	15	5	8	27
Comércio	19	5	12	35
Transporte	8	10	13	32
Alojamento e alimentação	34	5	14	52
Serv. Informação	4	14	12	29
Intermediação Financeira	3	6	13	23
Atividades Imobiliárias	1	1	1	3
Serv. às empresas	16	6	12	34
Adm. Pública	11	4	26	41
Educação Privada	26	5	21	53
Saúde Privada	17	8	11	37
Serviços às famil. e dom	43	9	18	71

**Fonte:** Dados da pesquisa.

De forma mais didática, como exposto nos gráficos 3 e 4, é possível observar em ordem decrescente, os setores que tem maior impacto de geração de empregos por R\$ 1 milhão de variação na demanda final, bem como sua composição direta, indireta e induzida, percentualmente.

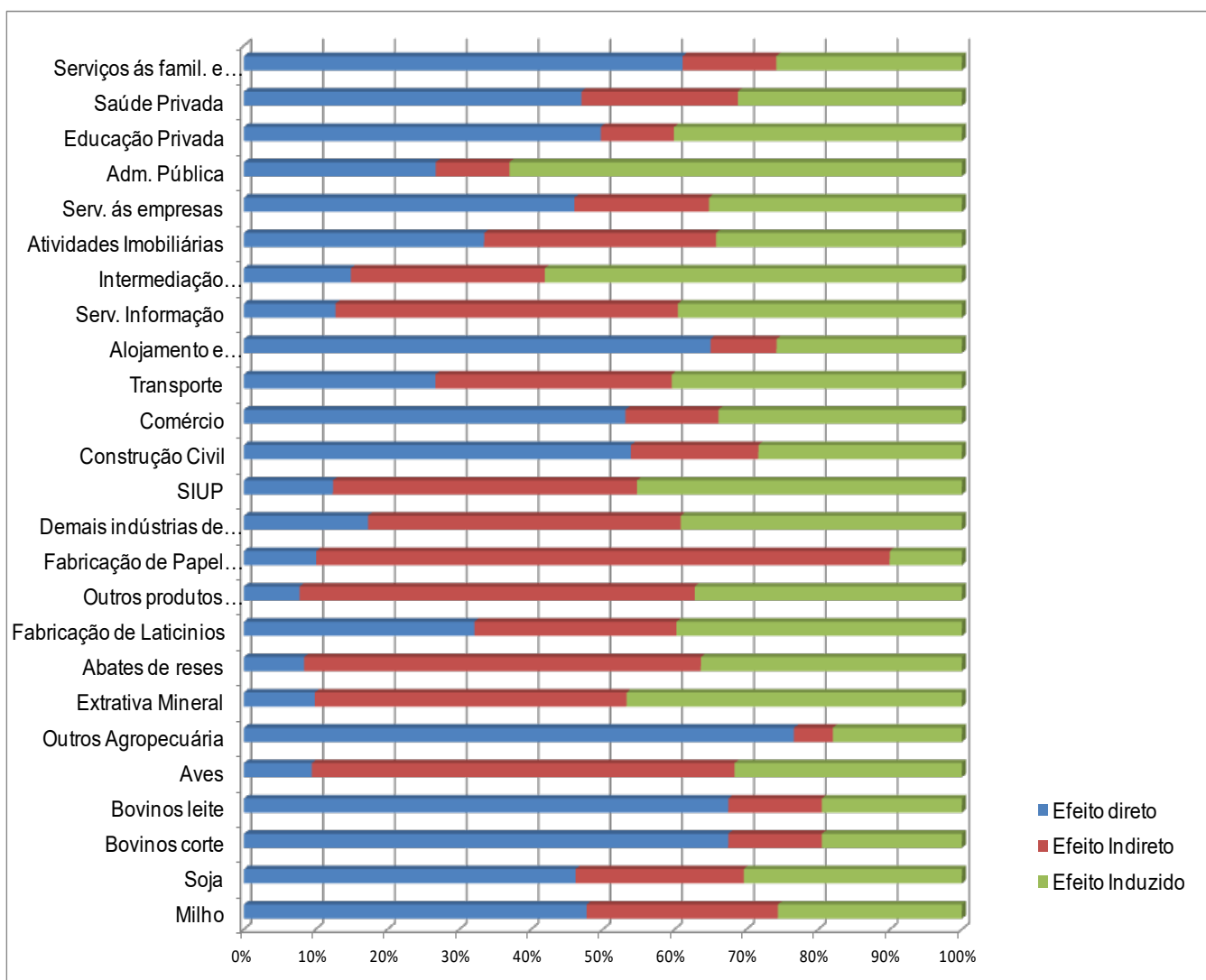
No caso de Campo Grande, o setor de Fabricação de Papel e Celulose desponta como o principal gerador de empregos sendo sua maioria empregos diretos e induzidos, havendo poucos empregos gerados de forma indireta. Seguindo a ordem, temos o setor de Fabricação de Laticínios que de forma relativamente balanceada gera empregos diretos, indiretos e induzidos.



**Figura 3.** Ordenação dos multiplicadores do emprego por setor.

Os Serviços as Famílias e Domicílios, em terceiro colocado, gera mais empregos diretos do que os indiretos e induzidos somados. Muito próximos no topo da lista, estão os setores de Educação Privada, Alojamento e Alimentação, Bovinos Leite e Bovinos Corte. Os setores que menos têm elasticidade do número de empregos gerados em relação a adição de R\$ 1 milhão na demanda final são os de Atividade Imobiliária, Milho e Soja.

Estes dois últimos são atividades agropecuárias em sua maioria mecanizadas, o que pode explicar os baixos valores de geração de emprego, tanto diretos, indiretos e induzidos.



**Figura 4.** Composição percentual dos efeitos direto, indireto e induzido do multiplicador emprego por setor.

O efeito total do multiplicador da renda representa a somatória dos efeitos diretos, indiretos e induzidos. É, em suma, a capacidade do setor produtivo em gerar renda a partir de um determinado estímulo na sua demanda final. O efeito direto corresponde à geração de renda específica no setor. O efeito indireto indica a geração de renda em outros setores. Por fim, o efeito induzido simboliza a renda gerada pelo consumo das famílias endogeneizado. Na tabela 4 é possível verificar todos os efeitos em cada setor da economia, para cada R\$ 1000,00 de variação no produto final.

**Tabela 4.** Composição dos efeitos do multiplicador renda por setor

Setor	Efeito direto	Efeito Indireto	Efeito Induzido	Efeito Total
Milho	30	54	38	122
Soja	49	47	45	140
Bovinos corte	199	117	157	473
Bovinos leite	199	117	157	473
Aves	6	211	97	315
Outros Agropecuária	98	22	57	177
Extrativa Mineral	115	166	139	420
Abates de reses	53	207	130	390
Fabricação de Laticínios	657	300	463	1419
Outros produtos alimentares	58	252	157	467
Fabricação de Papel e Celulose	358	3593	255	4206
Demais indústrias de transformação	126	194	163	482
SIUP	67	99	82	249
Construção Civil	162	75	120	357
Comércio	274	89	183	546
Transporte	189	203	198	590
Alojamento e alimentação	327	84	209	621
Serv. Informação	115	239	179	533
Intermediação Financeira	263	139	205	607
Atividades Imobiliárias	6	26	16	48
Serv. às empresas	246	118	183	547
Adm. Pública	702	76	396	1174
Educação Privada	551	98	326	975
Saúde Privada	230	127	176	532
Serviços às famil. e dom	415	144	284	843

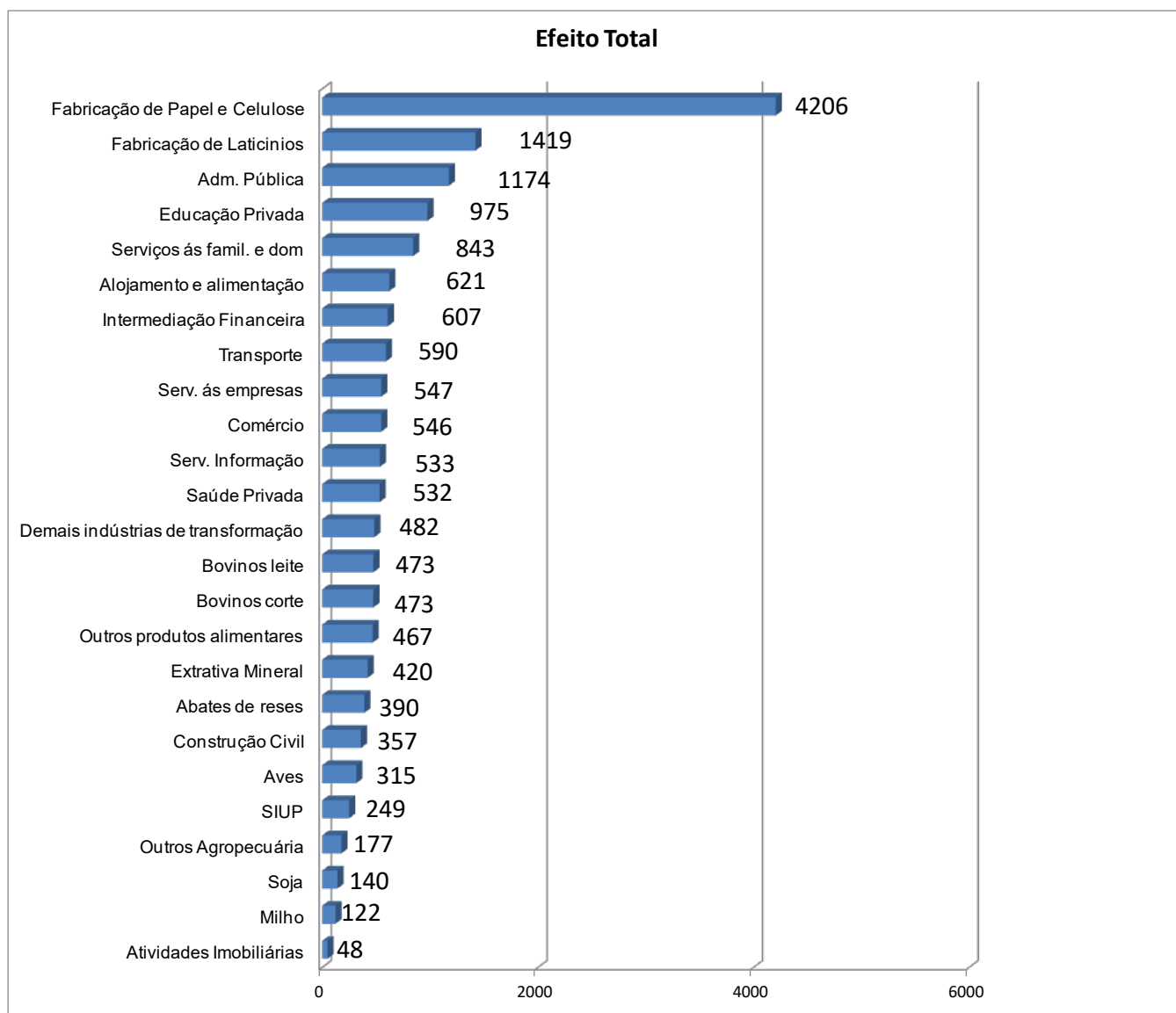
**Fonte:** Dados da pesquisa

Como pode se observar pela tabela 4, para cada R\$ 1000,00 de produto final de todos os setores, há o reflexo direto, indireto, induzido e total em cada um deles. No caso da cidade de Campo Grande, os setores que tem maior resposta na geração de renda são os setores de Fabricação de Papel e Celulose, da Fabricação de Laticínios, da Administração Pública, da Educação Privada e dos Serviços às Famílias e Domicílios. Os setores que menos tem resposta na geração de renda são os setores de Atividades Imobiliárias, Milho, Soja, outras atividades Agropecuárias e os Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP).

No gráfico 5 é possível ver em ordem decrescente a importância dos setores na geração de renda.

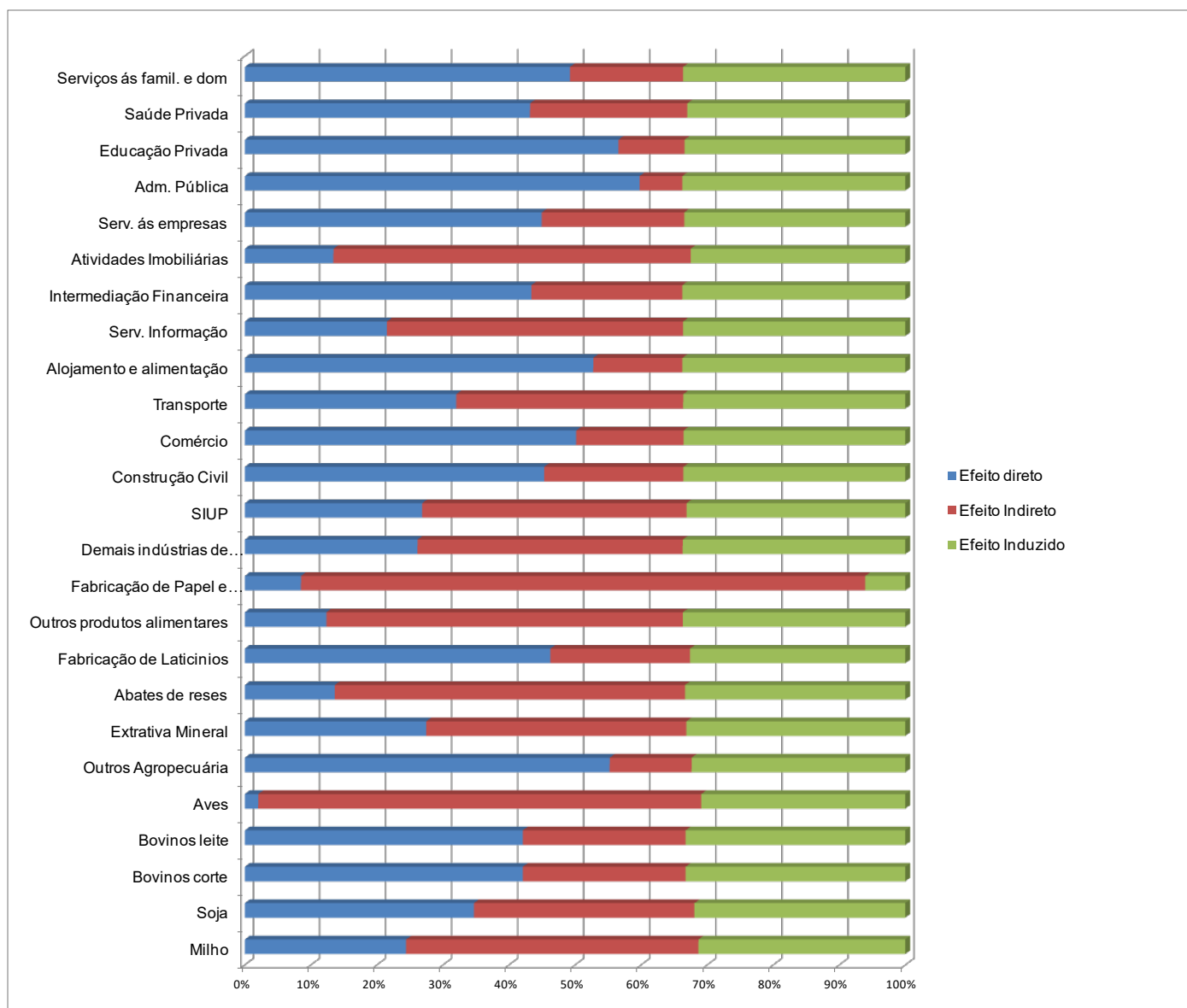
No gráfico 6 é possível fazer a análise da geração de renda pelos setores, de forma estratificada, para melhor observação da renda gerada de forma direta, indireta e induzida. É possível observar que a Fabricação de Papel e celulose, apesar de ter o maior efeito total, o efeito gerador de renda é predominantemente indireto. A Fabricação de Laticínios, que vem em segundo lugar, tem predominância de efeito direto na geração de renda. A Administração Pública e a Educação Privada praticamente não tem efeitos indiretos de renda, predominando os efeitos diretos.





**Figura 5.** Ordenação dos multiplicadores de renda por setor.

No gráfico 6 é possível fazer a análise da geração de renda pelos setores, de forma estratificada, para melhor observação da renda gerada de forma direta, indireta e induzida. É possível observar que a Fabricação de Papel e celulose, apesar de ter o maior efeito total, o efeito gerador de renda é predominantemente indireto. A Fabricação de Laticínios, que vem em segundo lugar, tem predominância de efeito direto na geração de renda. A Administração Pública e a Educação Privada praticamente não tem efeitos indiretos de renda, predominando os efeitos diretos.



**Figura 6.** Composição percentual dos efeitos direto, indireto e induzido do multiplicador renda por setor

Na tabela abaixo, de acordo com o colhido nos trabalhos de Montoya (2018), Hilgemberg, Guilhoto e Hilgemberg (2005), Mozzer e Justi (2018), Castelão (2018), Figueiredo, Araújo Júnior e Perobelli (2009) e Carvalho e Perobelli (2009), são expostos os setores com maior ocorrência como prejudiciais ao meio ambiente no tocante à emissão de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 4.** Setores que mais emitem CO<sub>2</sub>

Sector Econômico	Número de Ocorrências
ALIMENTOS E BEBIDAS	4
FABRICAÇÃO DE PAPEL E CELULOSE	4
TRANSPORTE	4
FABRICAÇÃO DE AÇO E DERIVADOS	2
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	2
AGROPECUÁRIA	2
ALCOOL	2
FABRICAÇÃO DE BORRACHA E PLÁSTICO	2
MINERAIS NÃO METÁLICOS	2

**Fonte:** Dados da pesquisa

Destes setores, A Fabricação de Papel e Celulose desponta tanto no quesito emprego quanto renda. Este é um setor que necessita especial atenção na cidade de Campo Grande, visto que aparece tanto na literatura como um dos grandes emissores de CO<sub>2</sub>, quanto em nosso estudo como um setor econômico forte. Além deste, podem-se destacar o setor de Transportes e de Administração Pública.

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados dos efeitos diretos e indiretos a partir da matriz de Leontief mostram que os setores-chave da economia de Campo Grande, para o ano de 2014, foram os da Indústria de Papel e Celulose, da Fabricação de Laticínios, dos Serviços às Famílias, da Administração Pública, da Educação Privada e do Alojamento Alimentação. Os dois primeiros citados, tem destaque no topo da lista como maiores geradores de emprego e renda na cidade, para o ano de 2014. É importante entender, porém, que cada um dos setores pode ser observado de uma ótica mais criteriosa, entendendo a composição do efeito total dos multiplicadores. Por exemplo, os setores que mais geram empregos diretos, que são os Serviços às Famílias e Domicílios e o setor de Bovinos (tanto corte, como leite), não são os que geram maior quantidade de empregos, em seu total. Da mesma forma, o setor de Fabricação de Papel e Celulose gera de forma direta um número abaixo da maioria dos setores, sendo que a maior parte dos empregos gerados pelo setor são de efeitos indiretos. Alguns setores se destacam como pouco produtores de efeito total na economia de Campo Grande, como o Milho, a Soja e as Atividades Imobiliárias.

Da mesma forma, quando observamos a decomposição dos efeitos do multiplicador renda, é possível identificar que a renda direta gerada em um setor não faz dele o preponderante. O setor de Fabricação de Laticínios, por exemplo, tem efeito direto do multiplicador renda quase duas vezes maior do que o setor de Fabricação de Papel e Celulose. Este último, de modo inverso, prepondera em quase dez vezes o efeito indireto em relação ao setor de Fabricação de Laticínios. É importante a observação destas composições como subsídio para formulação de políticas econômicas que tenham impacto mais assertivo sobre a região. É necessário ter ponderação ao se expandir os setores de Fabricação de Papel e Celulose, Transportes e Administração Pública que notoriamente estão entre os setores que mais contribuem para a emissão de CO<sub>2</sub> na economia de Campo Grande. Também no efeito total sobre a renda, o Milho, a Soja e as Atividades Imobiliárias se destacam por serem os setores menos impactantes.

Cabe também destacar as atividades que possuem efeitos interessantes em relação a geração de emprego e renda. A exemplo disto, pode-se citar o setor de Intermediações Financeiras, que tem um dos efeitos totais mais baixos em relação à geração de empregos nos 25 setores, ocupando o 18º lugar, mas quando analisado sob a ótica da renda, é o 7º colocado em efeito total na economia. O contrário também ocorre, como o setor de Bovinos Leite, que ocupa o 6º lugar no efeito total sobre o emprego, mas ocupa o 14º lugar em efeito total sobre a renda. As razões para estas diferenciações não foram objetivo deste trabalho, porém recomenda-se que futuros trabalhos possam investigar o nível de especialização dos empregos gerados nestes setores e suas diferenciações salariais, o que poderia justificar entre o nível de geração de empregos e renda.

## Agradecimentos

Ao professor Dr. Daniel Massen Frainer, que forneceu os dados necessários para a realização dos estudos, bem como orientou o processamento e exposição dos dados.

## Referências

- BÉRNI, D. A. **Matriz de insumo-produto**: exposição teórica e desdobramentos empíricos. Porto Alegre: PUC-RS, 2000. 32p.
- BRENE, P. R. A. **Ensaios sobre o uso da matriz insumo-produto como ferramenta de políticas públicas municipais**. 2013. 106f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Curitiba.
- BURKOWSKI, E.; PEROBELLI, F. F. C.; PEROBELLI, F. S. Matrizes de contabilidade social e financeira: Brasil, 2005 a 2009. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 937-971, 2016.
- CARDOSO, D. F. **Capital e trabalho no Brasil no século XXI**: o impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva. 2016. 274f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CARVALHO, T.; PEROBELLI, F. Avaliação da intensidade de emissões de CO2 setoriais e na estrutura de exportações: um modelo interregional de insumo-produto São Paulo/restante do Brasil. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 1, p. 99-124, 2009.
- CASTELÃO, R. A. **Análise econômica-ambiental no estado de mato grosso do sul a partir da matriz insumo produto**. 2018. 115f. Tese (Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) - Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande.
- FEIJÓ, C. E. Contabilidade social: a nova referência das contas nacionais do Brasil. 4ed. Rio de Janeiro: Campus, 2013. 416p.
- FIGUEIREDO, N. R. M.; ARAÚJO JÚNIOR, I. T.; PEROBELLI, F. S. **Construção da matriz de insumo-produto híbrida para o estado de Pernambuco e avaliação da intensidade energética e de emissões de CO2 setorial**. 2009. Disponível em: <<http://aplicativos.fipec.org.br/enaber/pdf/81.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- GONÇALES FILHO, M.; CAMPOS, F. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Revisão sistemática da literatura com análise bibliométrica sobre estratégia e Manufatura Enxuta em segmentos da indústria. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 408-418, 2016.
- GRIJÓ, E.; BERNI, D. A. Metodologia completa para a estimativa de matrizes de insumo-produto. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 14, n. 26, p. 9-42, 2006.
- GUILHOTO, J. J. M. **Input-output analysis: theory and foundations**. 1ed. São Paulo: USP, 2011. 75p.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimção da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 277-299, 2005.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimção da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005. **Economia & Tecnologia, UFPR/TECPAR**, Curitiba, v. 6, n. 23, 2010.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. **Estrutura produtiva da Amazônia: uma análise de insumo-produto**. Belém: Banco da Amazônia, 2005. 320p
- GUILHOTO, J. J. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G.; MARTINS, E. Índices de ligações e setores chave na economia brasileira: 1959-1980. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 287-314, 1994.
- HALLAK NETO, J.; FORTE, C. M. O sistema de contas nacionais: evolução histórica e implantação no Brasil. **Revista Econômica**, Niterói, v. 18, n. 1, 2016.
- HEWINGS, G. The empirical identification of key sectors in an economy: a regional perspective. **The Developing Economies**, Hoboken, v. 20, n. 2, p. 173-195, 2007.
- HILGEMBERG, E. ; GUILHOTO, J. J. M.; HILGEMBERG, C. M. A. T. Uso de combustíveis e emissões de Co2 no Brasil: um modelo inter-regional de insumo-produto. **Nova Economia**, São Paulo, v. 16, n. 135, 2005.

- HIRSCHMAN, A. **The strategy of economic development**. New Haven: Yale University Press, 1958. 230p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Matriz insumo-produto Brasil 2000/2005**. Brasília: IBGE, 2008. 121p.
- ISARD, W.; SALTZMAN, S.; DRENNAN, M. P.; AZIS, I. J.; MILLER, R. E.; ISARD, W.; THORBECKE, E. **Methods of interregional and regional analysis**. Ashgate Publishing Company USA, 1998. 231p.
- KALLUF, S. N.; KURESKI, R. Análise de impactos na economia paranaense: uma aplicação do modelo de insumo-produto. **Caderno IPARDES**, Curitiba, v.4, n.1. p. 1-38, 2014.
- LANGONI, H. Leishmanioses. In: MEGID, J.; RIBEIRO, M. G.; PAES, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia**. 1ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. p. 1013-1024.
- LEONTIEF, W. **Composite commodities and the problem of index numbers**. Chicago, 1936. 211p. *Econometrica*, 4 (1): 39-59
- LEONTIEF, W. "Input-output analysis". In: EATWELL, J.; MILGATE, M.; NEWMAN, P. (Eds.). **The new palgrave: a dictionary of economics**, 1987. v. 2., p.860-864.
- McGILVRAY, J. Linkages, key sectors and development strategy. In: LEONTIEF, W. **Structure, system and economic policy**. 1ed. Cambridge: University Press, 1977. p. 49-56.
- MELO, A. S. S. A. Construção da matriz de insumo produto de Pernambuco para 2005 com ampliação para análise de novas indústrias. In: Encontro Regional de Economia, 16., 2001. **Anais...** 2011.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press, 2009. 231p.
- MILLER, R. E. Regional of Interregional and regional analysis. In: ISARD, W.; AZIS, I. J.; DRENNAN, M. P.; MILLER, R. E.; SALTZMAN, S.; THORBECKE, E. **Methods of interregional and regional analysis**. Ashgate Publishing Company USA, 2018. p. 41-70.
- MONTOYA, M. A. **A matriz de insumo-produto internacional do MERCOSUL em 1990: a desigualdade regional e o impacto intersetorial do comércio inter-regional**. 2018. 217f. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MORETTO, A. C.; SESSO FILHO, R. L.; GUILHOTO, U. A.; MAIA, J. J. M. Regiões polarizadas no Paraná: relações inter setoriais e inter regionais em 2006. **MPRA Paper**, n. 46996, 2012. 212p.
- MOZZER, N. B.; JUSTI, R. da S. Modelagem analógica no ensino de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, 2018.
- OLIVEIRA, E. C. de. **Análise econômico-ecológica da agropecuária do Amazonas: uma abordagem de insumo-produto**. 2012. 142f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília.
- PALERMO, P. U.; PORSSE, A. A.; PEIXOTO, F. C. Relações setoriais e interdependência regional da economia gaúcha: análise com um modelo inter-regional de insumo-produto. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 31, n. 1, p. 1-10, 2010.
- PARRÉ, J. L.; ALVES, A. F.; SORDI, J. C. Input-output matrix for metropolitan areas: the case of Maringá, Brazil. **A Economia em Revista**, Maringá, v. 13, p. 5-18, 2005.
- PASSONI, P. A.; FREITAS, F. Estrutura produtiva e indicadores de encadeamento na economia brasileira entre 2010 e 2014: uma análise multissetorial baseada no modelo insumo-produto. **Blucher Engineering Proceedings**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 545-564, 2017.
- PORSSE, A. **Multiplificadores de impacto na economia gaúcha: aplicação do modelo de insumo-produto fechado de Leontief**. Porto Alegre: FEE, 2002. 37p.
- RASMUSSEN, P. **Studies in intersectoral relations**. Amsterdam: North Holland, 1956. 217p.
- SANTOS, L.; ALBINO, L.; PEREIRA JR., A. O. "Análise dos impactos macroeconômicos de medidas de restrição de emissões de gases de efeito estufa nos setores produtivos brasileiros". In: Congresso Brasileiro de Energia, 15., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2013.
- SANTOS, V. E. dos; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J.; SILVEIRA, S. de F. R. Análise do setor de produção e processamento de café em Minas Gerais: uma abordagem matriz insumo-produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 363-388, 2009.
- SONIS, M.; HEWINGS, G. Error and sensitivity input-output analysis: a new approach. In: MILLER, K. R.; PO-



LENSKE, A.; ROSE, G. **Frontiers of input-output analysis**. New York: Oxford University Press, 1989. p. 232-244.

UNITED NATIONS. **Handbook of input-output table compilation and analysis**. New York: Manuscript forecasting publication, Statistics Division, 1999. Disponível em <<https://digitallibrary.un.org/record/370160>>. Acesso em: 23 mar. 2018.



# Considerações **gerais**

Dimensão econômica e ambiental dos setores  
produtivos de Campo Grande

A matriz insumo-produto é uma excelente ferramenta para entender de forma global como se dão as relações entre os diversos setores da economia de uma determinada região. Pode-se entender o volume de transações que ocorre entre os setores e inferir a dinâmica de geração de emprego e renda a partir do crescimento ou encolhimento de determinado setor da economia. A partir do conhecimento destas relações é possível estimar o impacto de políticas de incentivo econômico de determinados setores dentro da economia global de uma região.

Todos os setores da economia de uma região necessitam de insumos para funcionar. Todos os insumos que necessários são passíveis de conversão em energia elétrica. É possível converter a energia elétrica em unidades diferentes de energia, como a tonelada equivalente de petróleo (TEP). Este, por sua vez, em produção unitária, pode ser convertido em tonelada emitida de CO<sub>2</sub>. Em suma, é possível converter, aproximadamente, todas as relações econômicas que ocorrem em uma região, em emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Os resultados dos efeitos diretos e indiretos a partir da matriz de Leontief mostram que os setores-chave da economia de Campo Grande, para o ano de 2014, foram os da Indústria de Papel e Celulose, da Fabricação de Laticínios, dos Serviços às Famílias, da Administração Pública, da Educação Privada e do Alojamento Alimentação. Os dois primeiros citados, tem destaque no topo da lista como maiores geradores de emprego e renda na cidade, para o ano de 2014. É importante entender, porém, que cada um dos setores pode ser observado de uma ótica mais criteriosa, entendendo a composição do efeito total dos multiplicadores. Por exemplo, os setores que mais geram empregos diretos, que são os Serviços às Famílias e Domicílios e o setor de Bovinos (tanto corte, como leite), não são os que geram maior quantidade de empregos, em seu total. Da mesma forma, o setor de Fabricação de Papel e Celulose gera de forma direta um número abaixo da maioria dos setores, sendo que a maior parte dos empregos gerados pelo setor são de efeitos indiretos.

Da mesma forma, quando observamos a decomposição dos efeitos do multiplicador renda, é possível identificar que a renda direta gerada em um setor não faz dele o preponderante. O setor de Fabricação de Laticínios, por exemplo, tem efeito direto do multiplicador renda quase duas vezes maior do que o setor de Fabricação de Papel e Celulose. Este último, de modo inverso, prepondera em quase dez vezes o efeito indireto em relação ao setor de Fabricação de Laticínios. É importante a observação destas composições como subsídio para formulação de políticas econômicas que tenham impacto mais assertivo sobre a região.



**A** pesquisa sobre matriz insumo-produto em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, desempenha um papel crucial na compreensão do tecido econômico local. Ao analisar as interações entre setores, este trabalho oferece insights valiosos para orientar políticas e estratégias de desenvolvimento regional, promovendo eficiência e identificando oportunidades de crescimento sustentável. Essa abordagem inovadora contribui não apenas para o avanço acadêmico, mas também para a construção de bases sólidas que impulsionam o progresso econômico e social da região.

ISBN: 978-65-6068-005-0



9 786560 680050