

SETORES IMPULSIONADORES DA ECONOMIA DE MINAS GERAIS DE 1996 A 2016: UMA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO

Autores

Lúcio Otávio Barbosa – Fundação João Pinheiro

Carla Cristina Aguilar de Souza – Fundação João Pinheiro

Maria Aparecida Sales – Fundação João Pinheiro

Vicente Alves Toledo – UNIFAL-MG

Resumo: O trabalho teve como objetivo evidenciar os setores com capacidade de impulsionar a economia de Minas Gerais de 1996 a 2016. A análise considera as matrizes insumo-produto de Minas Gerais para os anos de 1996, 2005, 2008, 2013 e 2016. Utilizou-se o modelo insumo-produto de Leontief e os cálculos dos índices de interligação Rasmussen-Hirschman, os índices puros de ligação e os campos de influência. Para o ano de 2016, esses índices foram calculados. Os resultados sugerem que na ausência de políticas industrializantes, há tendência de fragilização da cadeia metalmeccânica e do complexo industrial do agronegócio.

Palavras-chave: Insumo-Produto; Setores-Chave; Minas Gerais.

Área de classificação: Economia

Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

1 Introdução

A economia mineira teve participação equivalente a 9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2019. Ao longo do período de 1990 a 2019, essa participação oscilou próxima a esse valor. Apenas São Paulo e o Rio de Janeiro registraram participação média maior no mesmo período, respectivamente, 33,1% e 11,9%¹. Nesse cenário, ainda que bastante aquém da influência do estado de São Paulo, Minas Gerais se posiciona como a terceira principal economia do país.

No período mais recente, após a crise econômica brasileira entre 2014 e 2016, o Produto Interno Bruto (PIB) de Minas Gerais reduziu, em termos acumulados, 7 pontos percentuais (p.p). Nos anos seguintes, de 2017 a 2019, o crescimento registrado acumulado foi de 3 p.p.. Ou seja, mesmo três anos após a crise, a atividade econômica ainda está 4,7% abaixo do pico registrado em 2013, ano imediatamente anterior à crise².

Nessa conjuntura, refletir sobre os setores econômicos com potencial de estimular a economia é fundamental. De acordo com Guilhoto *et al.* (1994), a identificação das ligações intersetoriais em uma economia é de vital importância para a recomendação de políticas de estímulo ao crescimento econômico. O presente trabalho tem como objetivo identificar os setores-chave da economia mineira ao longo das últimas três décadas. Em regra, a dependência de trajetória das economias tende a reforçar a importância de setores historicamente mais tradicionais.

A metodologia utilizada para a identificação dos setores-chave se baseou no cálculo de três diferentes índices: os índices de interligação de Rasmussen-Hirschman (RH), os índices puros de ligação e os campos de influência. Esses índices são amplamente utilizados na literatura econômica de modelos insumo-produto (GUILHOTO *et al.*, 1994; PORSSE, 2002; FACHINELLO e KROTH, 2012; HENRIQUE *et al.*, 2019). Em termos teóricos, são considerados setores-chave aqueles que possuem maiores efeitos multiplicadores nas interligações setoriais, tanto a jusante como a montante (LOCATELLI, 1985). Observa-se que a interação entre os setores da economia não é idêntica, isto é, para alguns o número de interações é elevado, enquanto, para outros, a interligação ocorre com um número restrito de setores.

Para o ano de referência 2016, os cálculos dos índices foram realizados com base na mais recente matriz insumo-produto para Minas Gerais, elaborada pela Fundação João Pinheiro (MIP 2016) (FJP, 2021). Os resultados encontrados foram comparados aos obtidos para as matrizes insumo-produto de Minas Gerais de 1996, 2005, 2008 e 2013, cujos resultados foram apresentados respectivamente por Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017) e Souza *et al.* (2019).

Ressalta-se que a MIP 2016, assim como a MIP 2013, amplia a abertura de setores para 57, enquanto que, nas matrizes para os anos de referência 1996, 2005 e 2008, são 42, 35 e 55 setores de atividade, respectivamente. A matriz de 1996 foi elaborada pelo Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG), as demais, pela Fundação João Pinheiro (FJP). A metodologia adotada para as matrizes de 2005 e 2008 é diferente da metodologia usada para a obtenção da MIP 2013 e 2016. As primeiras seguem a metodologia do Sistema de Contas Nacionais do IBGE com ano de referência 2000 (IBGE, 2008). Assim, a comparação entre as matrizes pode ser feita, porém ressalvadas suas diferenças metodológicas.

As principais contribuições deste trabalho para a literatura são i) identificar os setores-chave da economia mineira em 2016, utilizando as métricas consolidadas dos modelos insumo-produto e ii) sistematizar os setores-chave da economia de Minas Gerais para as MIPs já divulgadas. Esse exercício possibilita reconhecer setores que se destacaram ao longo do tempo. Tais setores devem ser objeto de política pública, pois tendem a mobilizar muitos recursos (trabalho, capital, naturais) da economia.

Além da parte introdutória, o artigo está dividido em quatro seções. A Seção 2 faz uma breve revisão da formação histórica da economia mineira e seus desdobramentos mais recentes. A Seção 3 descreve a metodologia utilizada para identificar setores-chave de uma economia. A Seção 4 apresenta os resultados de todas as MIPs, destacando-se a de 2016. A última seção traz as principais conclusões do trabalho.

¹ Para o cálculo da participação regional, foi utilizada a série a preços constante dos PIB's regionais disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

² Para mais detalhes sobre a taxa de crescimento anual do PIB de Minas Gerais, ver FJPb (2020).

2 História da Economia de Minas Gerais

A formação econômica de Minas Gerais remonta ao ciclo do ouro, no século XVIII. O auge da mineração de ouro foi registrado em 1750. Nesse período, surgiram as primeiras vilas, entre elas, Mariana, São João Del Rey, Ouro Preto (Vila Rica) e Pitangui. No século seguinte, a atividade entrou em declínio em razão dos altos custos de operação da mineração subterrânea (RACHE, 1956).

Na interpretação de Furtado (1959[1974]), o ciclo do ouro foi caracterizado pela baixa utilização de capital fixo; utilização de mão de obra escrava, mas também livre (faiscador); pela incerteza; e alta lucratividade. A renda era menos concentrada (quando comparada à *plantation* canavieira) e a população se concentrava em centros urbanos cuja localização era de difícil acesso. Esses fatores poderiam fomentar o desenvolvimento endógeno, mas a relação entre metrópole (Portugal) e colônia (Brasil), associada ao despreparo da mão de obra, eram um entrave³.

Com a decadência da mineração, a mão de obra e o capital disponível passaram a ser empregados nas atividades agrárias e numa indústria incipiente. Depois de um período de introversão da economia com a involução para atividades de subsistência, iniciou-se, em 1830, o ciclo do café. Nesse período, despontaram as cidades mineiras localizadas na Zona da Mata (fronteira entre Minas e Rio de Janeiro). Apesar das terras apropriadas para o cultivo e dos preços favoráveis no mercado internacional, a economia cafeeira mineira não avançou como a de São Paulo.

Na leitura de Cano (1985), a economia cafeeira em Minas Gerais foi a reboque da fluminense, expandindo-se, posteriormente para a região Sul (limítrofe com São Paulo). No entanto, essas regiões eram pouco integradas. Adicionalmente, havia restrições de mão de obra, pois o maior quantitativo de escravo não se concentrava na região produtora de café⁴. A solução foi o arranjo da produção em pequenas propriedades e o regime de parceria. Observa-se também que não havia escoamento para as exportações. Nesse contexto, a economia cafeeira não floresceu.

Não obstante, nesse período, a cidade de Juiz de Fora despontou, registrando um surto de industrialização. A abertura da Rodovia União e Indústria transformou a cidade em um entreposto comercial entre Minas e Rio de Janeiro. A Zona da Mata foi o centro dinâmico da economia mineira entre 1850 e 1930, registrando diversificação urbano-industrial e formação de um mercado interno (principais setores: têxtil e alimentício) (PAULA, 2001).

Com um parque industrial significativamente menor do que o de São Paulo e do Rio de Janeiro, baixa competitividade e pouca integração nacional, a indústria mineira declinou⁵. O centro dinâmico se deslocou para a Zona Metalúrgica, região onde se desenvolvera a mineração, fonte de grandes jazidas de minério de ferro e especializada na produção de bens intermediários. A companhia siderúrgica Belgo-Mineira foi fundada em 1921 e ao final da década de 1930 a região se destacava na produção de ferro-gusa, aço e laminados.

Na década seguinte, foram lançados o plano da cidade industrial de Contagem e o respectivo sistema de fornecimento de energia. Adicionalmente, desenvolveram-se projetos relacionados à Segunda Guerra Mundial: criação da Vale do Rio Doce (atual Vale); exportação de minério de ferro independente da siderurgia; e fundação da Companhia de Aços Especiais em Itabira (ACESITA). Apesar dos avanços, a economia mineira carecia ainda de dinamicidade, sobretudo devido à deficiência de transportes, à precariedade do fornecimento de energia elétrica e à presença de poucas indústrias (DINIZ, 1981).

Na década de 1950, foi encampado o binômio Energia e Transportes por Juscelino Kubitshek. Em 1952, foi criada a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Ainda, houve construção de mais de 3.000 km de estradas. Com o objetivo de industrializar a produção agropecuária do estado, foram fundados o Frigorífico Minas Gerais S.A (FRIMISA) e a Fertilizantes Minas Gerais S.A (FERTIZA).

Na interpretação de Diniz (1981), desde a década de 1950, a indústria mineira, baseada em seus recursos naturais e voltada para os mercados mais dinâmicos do Rio de Janeiro e de São Paulo, se conformou como um centro de produção de bens intermediários. Em operação desde 1962, a Usina

³ Canalização do excedente da acumulação de capital para Portugal.

⁴ Sobre a economia escravista mineira no século XIX, ver Martins (1980).

⁵ Já no final do século XIX (1897), houve a transferência da capital de Minas Gerais de Ouro Preto.

Siderúrgica de Minas Gerais (USIMINAS), atualmente localizada em Ipatinga, reforçou esse papel. As indústrias de aço e cimento se aproveitaram da grande expansão industrial. Ao final da década de 1960, Contagem já era o maior polo industrial do estado.

O Diagnóstico da Economia Mineira publicado em 1968 pelo BDMG⁶ sistematizou as causas do atraso relativo de Minas Gerais: baixo grau de urbanização, predomínio de atividades agrárias, grandes diferenças de produtividade (setores modernos *versus* setores atrasados); e níveis reduzidos de atendimento em saúde e escolarização. O diagnóstico reforçava a percepção de exploração do estado, pois tanto a mineração quanto a exportação de insumos industrializados se destinavam a sustentar a economia de outros estados e países (GODOY *et al.*, 2010). A resposta para essa condição era a industrialização a ‘qualquer custo’. Diante desse diagnóstico, construiu-se um aparato institucional conjuntamente com incentivos fiscais que possibilitaram ao estado avançar na diversificação industrial.

Assim, na década de 1970, o estado se aproveitou do ‘milagre econômico’ brasileiro (período em que a economia brasileira cresceu acima de 10% ao ano). Minas Gerais desfrutou de seus atributos privilegiados: existência de recursos naturais; disponibilidade de infraestrutura econômica (energia, transportes e comunicação); existência de indústria básica (metalurgia e cimento); posição geográfica (próxima a São Paulo e Rio de Janeiro e passagem para a nova capital Brasília inaugurada na década de 1950); e aparato institucional⁷.

Nesse período, utilizando-se de uma série de incentivos fiscais, o estado atraiu diversas empresas estrangeiras, sobressaindo-se a instalação da fabricante de automóveis FIAT. Houve expansão da produção dos insumos básicos; diversificação com a instalação de indústrias de bens de capital e com a produção de celulose e fosfato; aumento dos investimentos, com relativa dependência de capital estrangeiro; e implantação de indústrias no norte do estado (Montes Claros e Pirapora). No setor agropecuário, ao lado da produção pecuária e leiteira, destacou-se o aumento da produção cafeeira, estimulada pelo deslocamento da produção do Paraná e São Paulo; a expansão da produção de grãos, estendendo-se para o Triângulo Mineiro; a produção de cana e expansão do setor sucroalcooleiro; e iniciativas de fruticultura irrigada no norte do estado. (DINIZ, 1981; 1988; 2018).

Conhecida como década perdida no Brasil em razão do crescimento medíocre, a década de 1980 foi marcada pela dificuldade de sustentar a participação mineira na indústria extrativa mineral brasileira. A descoberta de outras minas, em especial a de Carajás, no Pará, passou a rivalizar com as minas do estado. No setor agrícola, notabilizou-se a incorporação do cerrado e a opção pelo apoio à pequena produção. De maneira geral, o setor industrial, especializado em bens intermediários, foi bastante atingido pela crise econômica. No entanto, a produção desses bens manteve-se hegemônica, liderada pela metalurgia (FERNANDES e OLIVEIRA, 2010).

Em 1989, o BDMG publicou novo diagnóstico sobre a economia mineira. Nele, destacou-se que apesar da diversificação, a indústria ainda se concentrava em bens intermediários, em poucas empresas e na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A agropecuária havia desacelerado o ritmo de crescimento em relação à década anterior, e a mineração tinha perdido participação relativa. O crescimento do setor de serviços se associava àquelas atividades ligadas às famílias. As propostas do estudo se articulavam em torno do aumento da eficiência do parque industrial, modernização e capacitação tecnológica (microeletrônica, biotecnologia, etc.), apoio à irrigação, atração de empresas de processamento de carne e leite, mapeamento dos recursos minerais e intervenções nas regiões do Jequitinhonha e Rio Doce (consideradas as mais carentes).

Na década de 1990, os países experienciaram uma onda liberalizante, com ênfase em privatizações e desregulamentação de mercados. A globalização produtiva, financeira e comercial ganhou novos contornos. Foram privatizadas diversas empresas (Vale, Açominas, Acesita, Usiminas, etc.). No diagnóstico do BDMG de 2002 (Minas Gerais do Século XXI) foram sistematizadas as principais mudanças do período. De acordo com o estudo, o estado seguiu sendo beneficiado pela

⁶ O Banco foi criado em 1962.

⁷ Além do BDMG, destacaram-se a Companhia de Distritos de Minas Gerais (CDI/MG) e o Instituto de Desenvolvimento Integrado (INDI).

desconcentração da indústria paulista, principalmente em direção ao Sul e Triângulo Mineiro⁸. Houve crescimento da produção de automóveis com instalação de novas fábricas em Sete Lagoas (Iveco) e Juiz de Fora (Mercedes-Benz). O projeto de ‘mineirização’ da FIAT atraiu para seu entorno a maior parte de seus fornecedores. Na agropecuária, o café manteve-se como principal produto, seguido pelo milho, cana-de-açúcar, soja e feijão; a produção de origem animal foi liderada pelo leite e pelo rebanho de bovinos. Nessa década, o setor de serviços se consolidou como o de maior peso, com destaque para a administração pública, aluguéis e comércio.

No início do século XXI, entre 2000 e 2009, o crescimento econômico brasileiro baseado no consumo e sustentado pela expansão das exportações, possibilitou o crescimento da agropecuária e dos serviços, muito superior ao verificado na indústria (MESSA, 2012). A valorização do câmbio no período estimulou a importação de insumos industriais e a diminuição da densidade produtiva, principalmente nos setores de alta tecnologia (MORCEIRO, 2019). Almeida *et al.* (2014) destacaram que o estado se consolidou como o maior produtor agropecuário nacional, refletindo o contexto favorável dos preços das commodities no mercado internacional. Na agricultura, destacaram-se o protagonismo do café; a expansão da produção de cana de açúcar puxada pela produção de biocombustíveis; e a importância do milho e da soja, utilizados como ração animal. Na pecuária, a atividade leiteira foi o carro-chefe, associando-se à cadeia agroindustrial de laticínios. O setor industrial foi positivamente influenciado pela dinamicidade do agronegócio mineiro, em especial a indústria química (defensivos agrícolas; fertilizantes) e a fabricação de alimentos (complexo sucroalcooleiro). Beneficiada pela alta dos preços internacionais, a extração mineral também se expandiu.

Nessa década, ainda se observaram efeitos da desconcentração espacial da indústria paulista para outros estados (em especial do Nordeste), favorecendo principalmente as ‘indústrias leves’(alimentícia, vestuário, por exemplo) (BDMG, 2002). Entretanto, em Minas, esse segmento teve um desempenho desfavorável. Adicionalmente, houve perda de participação na produção de minerais não metálicos e sinais de enfraquecimento de alguns segmentos da cadeia metalmeccânica, resultando em perda de participação da metalurgia no valor da transformação industrial nacional (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Fernandes e Oliveira (2010) analisam o desempenho da economia mineira no período que se estende desde a estabilização da inflação brasileira pelo Plano Real até 2007; e, posteriormente, na crise financeira mundial, 2008-2009. Comparando à economia nacional em termos de crescimento econômico, os autores argumentam que os ciclos econômicos do estado são mais intensos do que os do Brasil. Isso seria decorrência da própria estrutura produtiva mineira, especializada em commodities e bens intermediários. Entre 1995 e 2007, os autores enfatizam as seguintes mudanças estruturais: queda da participação do setor primário, apesar do crescimento real da agropecuária; e ganho de participação no setor secundário, puxada pela produção de bens intermediários e também pela produção de bens duráveis e de capital. Na crise de 2008-2009, o resultado mais negativo da indústria mineira foi impulsionado pelo acentuado declínio da indústria extrativa, da metalurgia e da produção de máquinas e equipamentos.

Os anos de 2010 podem ser caracterizados pela crise econômica combinada à regressão produtiva no Brasil e em Minas Gerais. Magacho e Rocha (2022) observaram que entre 2010 e 2013 a principal causa da desaceleração do crescimento econômico foi a queda da capacidade de absorção da economia. Isto é, houve vazamentos de demanda, refletidos no crescimento das importações de bens intermediários e finais. Entre 2013 e 2016, a variação negativa da demanda final foi determinante para a crise. Nesse período, a indústria de transformação, em Minas Gerais, perdeu participação em virtude da desativação dos elos mais complexos da cadeia metalmeccânica (metalurgia, fabricação de veículos automotores e de máquinas e equipamentos). Não obstante, as indústrias de base agroindustrial ou de fornecedores de insumo para a agropecuária ganharam participação e consolidaram posições competitivas. A indústria extrativa foi afetada pela conjuntura internacional desfavorável, além de ser responsável por dois desastres ambientais e humano em Mariana, 2015, e Brumadinho, 2019. Para a indústria da construção civil, os impactos negativos vieram da queda de

⁸Diniz (1993) denominou esse fenômeno de desenvolvimento poligonal caracterizado pelo relativo declínio de participação da Área Metropolitana de São Paulo combinado ao crescimento de um número limitado de novos polos (dentre eles, parte de Minas Gerais). Essa forte desconcentração teria corrido sobretudo de 1970 a 1980.

demanda e de escândalos de corrupção. Já a indústria de utilidades públicas foi impactada pelo regime de chuvas desfavorável. A produção agrícola, concentrada em poucas culturas (café, soja, cana-de-açúcar e milho) avançou, com notável expansão da soja. Por outro lado, a pecuária, representada principalmente pela bovinocultura leiteira, perdeu espaço. Impulsionado pelo comércio, atividades financeiras e imobiliárias, administração pública e educação e saúde privados, o setor de serviços se expandiu. (LEAL *et al.*, 2021). De modo geral, em relação aos serviços, Diniz (2018) observa que a força polarizadora de outros estados e regiões sobre várias sub-regiões mineiras dificultou a expansão dos serviços urbanos nas cidades mineiras. Em particular, destaca-se a dificuldade da região metropolitana de Belo Horizonte em se expandir como centro financeiro, comercial e de serviços.

A história da economia mineira revela sua forte especialização na produção de bens (industriais ou não) intensivos em recursos naturais, minerais e agropecuários. Ao longo do século XX, observou-se um esforço industrializante, com instalação do complexo metalúrgico, expansão de infraestrutura básica (eletricidade, comunicações e rodovias), busca de diversificação da cadeia metalmeccânica e de industrialização das commodities agropecuárias. Isto é, houve deliberada tentativa de adensar os elos das principais cadeias produtivas. No entanto, a partir da década de 1990, a participação do estado na economia foi bastante enfraquecida. A crise mundial em 2008-2009, conjugada à crise brasileira entre 2014-2016, contribuiu decisivamente para a deterioração dos elos mais complexos da cadeia metalmeccânica. Em contrapartida, os preços elevados das commodities nos anos 2000 favoreceram as atividades intensivas em recursos naturais e aquelas diretamente associadas ao agronegócio.

3 Metodologia

A partir do modelo insumo-produto, desenvolvido por Leontief⁹, obtêm-se os índices setoriais. Nesse modelo, os fluxos intermediários do produto final são fixos e o sistema pode ser representado da seguinte forma matricial:

$$AX + Y = X \quad (1)$$

Em que A é a matriz de coeficientes diretos, que indica a quantidade de insumo de um setor i necessária para produzir uma unidade de produto final do setor j , ou seja, é calculada através da razão $a_{ij} = x_{ij}/x_j$; X é o vetor com os valores da produção total do setor i e Y é a demanda final do setor i .

De forma a estabelecer a produção total necessária para atender a demanda final, isola-se a variável X :

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (2)$$

$$X = BY \quad (3)$$

Em que $B = (I - A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos, também chamada de matriz de Leontief. Os elementos dessa matriz podem ser interpretados como a produção total do setor i necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j .

Para a identificação dos setores-chave, é importante verificar quais setores possuem ligações para trás (a montante) e para frente (a jusante) que geram impactos sobre a economia acima da média. Para isso, o modelo insumo-produto descrito conta com técnicas específicas que permitem esses cálculos.

As metodologias utilizadas nesse processo de identificação dos setores-chave são: os índices de interligação de Rasmussen-Hirschman, os campos de influência e os índices puros de ligação. Essas metodologias podem ser complementares, uma vez que têm perspectivas diferentes de análise acerca da interligação setorial. O primeiro e o segundo método permitem o estudo da estrutura interna da

⁹ Wassily Leontief foi laureado com o Prêmio Nobel da Economia, em 1973, pelo desenvolvimento do modelo insumo-produto e a sua respectiva aplicação ao processo econômico.

economia, sem considerar o nível da produção setorial. Já o índice puro de ligação inclui no seu cálculo a importância do nível de produção na economia, ou seja, considera-se o peso setorial na estrutura produtiva interna da economia. No caso desse não ser considerado, é possível que haja gargalos que estrangulem o crescimento se o setor for estimulado (GUILHOTO *et al.*, 1994).

2.1 Interligação setorial – índices de ligação Rasmussen-Hirschman

Os índices de interligação de Rasmussen-Hirschman (RH) medem os encadeamentos para trás e para frente e são conhecidos como índices de poder de dispersão e de sensibilidade à dispersão, respectivamente. O índice de poder de dispersão representa o aumento total na produção da economia para cada aumento de uma unidade na demanda final do setor analisado. O índice de sensibilidade à dispersão, por sua vez, indica a importância do setor enquanto fornecedor de insumos intermediários no caso de aumento de uma unidade da demanda final da economia como um todo.

Para o cálculo desses índices de interligação, considera-se o sistema de equações representado em (1) e a matriz inversa de Leontief, B , definindo B_{ij} como seus elementos e n como o número de setores. B_j é a soma dos elementos da coluna j e representa o efeito de encadeamento para trás; B_i é a soma dos elementos da linha i e evidencia o encadeamento para frente. Para retirar os efeitos da unidade de medida desses índices, faz-se uma normalização e assim obtém-se o índice de poder de dispersão (encadeamento para trás):

$$U_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Como U_j mede os encadeamentos para trás, seu valor representa o incremento total na produção da economia para cada aumento de uma unidade na demanda final do setor j . Dessa forma, se $U_j > 1$, isso significa que a capacidade do setor em gerar efeitos para trás está acima da média do sistema. Caso $U_j < 1$, a capacidade do setor em gerar efeitos para trás está abaixo da média do sistema, ou seja, o setor não é um importante demandante de insumos.

O índice de sensibilidade à dispersão (encadeamento para frente) é dado por:

$$U_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Se $U_i > 1$, a importância do setor enquanto fornecedor de insumos intermediários é superior à média dos demais setores, o que significa um poder de encadeamento para frente significativo. Se $U_i < 1$, a importância do setor enquanto fornecedor de insumos intermediários é inferior à média dos demais setores – sendo, assim, menos sensível em relação a mudanças no sistema produtivo –, com poder de encadeamento para frente pouco significativo.

Os setores que possuem $U_i < 1$ e $U_j < 1$ são denominados independentes, pois não possuem relações fortes com os demais setores. Um setor será considerado chave para o crescimento da economia se ambos os índices forem superiores a um. Porém, como esses índices são baseados em médias e, portanto, sensíveis a valores extremos, utiliza-se uma medida de variabilidade concomitantemente:

$$v_j = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[b_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij} \right]^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$v_i = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \left[b_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij} \right]^2}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Essas medidas de variabilidade possibilitam verificar se o setor se relaciona significativamente com poucos ou muitos setores. Se a variabilidade for baixa significa que o setor tem um vínculo homogêneo ao sistema. Por outro lado, se a variabilidade for alta, o setor possui vínculo forte com poucos setores.

Conclui-se, assim, que os setores-chave são os que possuem os índices de poder de dispersão e de sensibilidade à dispersão superiores a um associados a baixos valores de v_j e v_i .

2.2 Índices puros de ligação

Os índices de ligações RH desconsideram os níveis de produção de cada setor econômico. Para solucionar essa deficiência, os trabalhos de Cella (1984) e Clements (1990), aprimorados por Guilhoto *et al.* (1996), propuseram o cálculo dos índices puros de ligação. O método consiste em isolar um dado setor i e comparar a produção resultante com e sem suas relações intersetoriais em encadeamentos para trás e para frente, ou seja, seu papel como demandante de insumos e como fornecedor de insumos.

Tal método consiste na subdivisão da matriz de coeficientes diretos em duas partes: A_i , relacionada ao setor i , e A_r , relacionada ao resto da economia. Em forma matricial, tem-se:

$$A = \begin{bmatrix} A_{ii} & A_{ir} \\ A_{ri} & A_{rr} \end{bmatrix} \quad (8)$$

A matriz inversa de *Leontief* (L), quando considerada a matriz A definida acima, é dada por:

$$L = (I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} L_{ii} & L_{ir} \\ L_{ri} & L_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta_{ii} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_i & 0 \\ 0 & \Delta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{ir}\Delta_r \\ A_{ri}\Delta_i & I \end{bmatrix} \quad (9)$$

Com:

$$\Delta_i = (I - A_{ii})^{-1} \quad (10)$$

$$\Delta_r = (I - A_{rr})^{-1} \quad (11)$$

$$\Delta_{ii} = (I - \Delta_i A_{ir} \Delta_r A_{ri})^{-1} \quad (12)$$

$$\Delta_{rr} = (I - \Delta_r A_{ri} \Delta_i A_{ir})^{-1} \quad (13)$$

Desenvolvendo a equação (2), obtém-se:

$$\begin{bmatrix} X_i \\ X_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta_{ii} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_i & 0 \\ 0 & \Delta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{ir}\Delta_r \\ A_{ri}\Delta_i & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_i \\ Y_r \end{bmatrix} \quad (14)$$

Multiplicando o lado direito as últimas três matrizes da equação (14), conclui-se que:

$$\begin{bmatrix} X_i \\ X_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta_{ii} & 0 \\ 0 & \Delta_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta_i Y_i + \Delta_i A_{ir} \Delta_r Y_r \\ \Delta_r A_{ri} \Delta_i Y_i + \Delta_r Y_r \end{bmatrix} \quad (15)$$

Com isso, é dado o índice puro de ligação para trás (PBL) e o índice puro de ligação para frente (PFL), que são respectivamente:

$$PBL = \Delta_r A_{ri} Y_i \quad (16)$$

$$PFL = \Delta_i A_{ir} \Delta_r Y_r \quad (17)$$

O índice puro de ligação para trás pode ser entendido como o impacto do valor da produção total do setor i sobre o restante da economia, isolando-se o impacto da produção do setor em análise sobre a demanda por outros insumos. O índice puro de ligação para frente, como mostrado na equação (17), pode ser entendido como o impacto do valor da produção total do resto da economia sobre o setor j . O índice puro de ligação total (PTL) é dado pela soma dos valores PBL e PFL. Esses resultados podem ser normalizados por meio da divisão do índice puro de ligação pelo seu valor médio. Para o índice puro de ligação para trás o procedimento é dado por:

$$PBLN = \frac{PBL}{PBL_m} \quad (18)$$

Os cálculos do índice puro de ligação para frente normalizado (PFLN) e o índice puro de ligação total normalizado (PTLN) são semelhantes ao da equação (18).

2.3 Campos de influência

Os campos de influência¹⁰ complementam a análise dos índices de interligação e visam mensurar os efeitos sinérgicos das alterações dos coeficientes da matriz, ressaltando as relações entre os setores mais influentes (SONIS e HEWINGS, 1989; 1995). A análise desses campos de influência permite, assim, identificar os principais elos da economia. Isso significa a possibilidade de observar como mudanças nos coeficientes diretos se distribuem no sistema econômico. A partir disso, é possível determinar quais as relações entre os setores que seriam mais influentes dentro do processo produtivo (GUILHOTO *et al.*, 1994).

Para o cálculo dos campos de influência, consideram-se as seguintes matrizes:

$$\begin{aligned} A &= [a_{ij}], \text{ matriz dos coeficientes diretos, e } a_{ij} \text{ seus elementos;} \\ E &= [\varepsilon_{ij}], \text{ matriz de mudanças incrementais, choques ou variações nos} \\ &\text{coeficientes diretos de insumos}^{11}, \text{ e } \varepsilon_{ij} \text{ seus elementos;} \\ B &= (I - A)^{-1} = [b_{ij}], \text{ matriz inversa de Leontief e } b_{ij} \text{ seus elementos;} \\ B(\varepsilon) &= (I - A - E)^{-1} = [b_{ij}(\varepsilon)], \text{ matriz inversa de Leontief após as} \\ &\text{mudanças, e } b_{ij}(\varepsilon) \text{ seus elementos.} \end{aligned}$$

Por meio de um choque ou variação suficientemente pequena dos coeficientes da matriz de Leontief, fica estabelecida a expressão para o campo de influência:

$$F(\varepsilon_{ij}) = \frac{[B(\varepsilon_{ij}) - B]}{\varepsilon} \quad (19)$$

$F(\varepsilon_{ij})$ é uma matriz $n \times n$ do campo de influência do coeficiente a_{ij} . Assim, para identificar quais são os setores com maior campo de influência, determina-se a matriz R_{ij} , relativa a todos os setores da economia, dada por:

$$R_{ij} = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n [F_{kl}(\varepsilon_{ij})]^2 \quad (20)$$

Os valores mais elevados de R_{ij} correspondem aos setores com os maiores campos de influência sobre a economia. Destarte, é possível destacar as relações setoriais com maior expressão no sistema,

¹⁰ Trabalhos pioneiros no desenvolvimento do conceito de campo de influência incluem Sherman e Morrison (1949, 1950), Simonovits (1975) e Bullard e Sebald (1977, 1988).

¹¹ Nesse trabalho o choque foi de 0,001.

permitindo identificar com clareza os impactos decorrentes dessas relações e observando se o fenômeno é de caráter concentrador ou difuso.

3 Resultados

Na década de 1990, a análise das as interligações setoriais a partir das relações de compra e venda (índice RH) mostrou que os setores que se evidenciaram como chave pertenciam à indústria de transformação, com exceção do setor transporte (Quadro 1). O destaque foi para a cadeia metalmeccânica.

Quadro 1 – Setores-chave – metodologias Rasmussen-Hirschman, índice puro e ligação e campos de influência – Minas Gerais – 1996

Ano	Índice Rasmussem-Hirschman	Índice Puro de Ligação	Campo de Influência
1996	Siderurgia	Agropecuária	Siderurgia
	Fabricação de outros produtos metalúrgicos	Construção Civil	Agropecuária
	Fabricação e manutenção de máquinas e tratores	Comércio	Serviços prestados às empresas
	Fabricação de elementos químicos não-petroquímicos	Administração Pública	
	Transporte	Siderurgia	

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010).

Nota: os setores destacados em negro se destacaram nos três índices; em vermelho, em dois.

Os índices de ligações RH não consideram as diferenças nos níveis de produção setoriais dentro da economia. Já o índice puro de ligação pondera os encadeamentos pela participação do setor na estrutura produtiva, privilegiando os setores que têm peso maior na estrutura produtiva. Assim, por não serem capazes de impulsionar a economia, os setores que apresentaram fortes encadeamentos, mas tiveram pequena participação, não apareceram como setores-chave. Na indústria de transformação, apenas a siderurgia se destacou novamente. Por sua participação relevante na economia, cerca de 10% do valor adicionado, a agropecuária despontou. Os setores de serviços mais tradicionais (comércio e administração pública) apareceram como setores-chave em razão, principalmente, de seu peso na estrutura produtiva.

A partir do indicador de campos de influência, é possível identificar os setores mais influentes na economia, isto é, aqueles que se estimulados gerariam um maior impacto no sistema econômico. De acordo com a metodologia, o índice mede o efeito gerado por um pequeno choque em um coeficiente técnico direto sobre os demais setores da economia. A partir deste choque calcula-se uma medida síntese para toda a economia (matriz R_{ij}). Na década de 1990, a siderurgia, a agropecuária e os serviços prestados às empresas se configuraram como setores mais influentes. Esse resultado chama a atenção porque nesse período houve diversificação na indústria de transformação, mas ainda insuficiente para evidenciar suas relações de compra e venda.

A siderurgia foi o único setor que apareceu como setor-chave nos três indicadores analisados. Isso evidencia o resultado dos esforços que possibilitaram a atração de investimentos realizados desde a década de 1970. Estes propiciaram o aumento da densidade na cadeia produtiva metalmeccânica de maneira a criar uma capacidade de dinamismo interno. De acordo com Fernandes e Oliveira (2010), esteve presente, nesse período, a articulação entre a indústria básica e os bens de consumo duráveis (principalmente os automóveis).

Para os anos 2000, foram analisadas as MIPs de 2005 e 2008, período em que a economia mineira, impulsionada pelo *boom* das commodities, apresentou taxas de crescimento anuais superiores a 5%. Ao analisar os encadeamentos setoriais, índice RH (Quadro 2), em certa medida, os resultados se assemelham, destacando-se a indústria química, metalúrgica (incluindo fabricação de aços); e a extrativa mineral. Em 2008, a indústria de alimentos surge como importante ofertante e demandante na economia. Esses resultados sugerem o fortalecimento dos elos do agronegócio nas relações de compra com a indústria química e venda com a fabricação de alimentos. Em comparação com a década anterior, observa-se a continuidade da metalurgia e dos produtos químicos como relevantes em suas conexões dentro da economia mineira. No entanto, um sinal de enfraquecimento da cadeia metalmeccânica apareceu quando a fabricação de máquinas e tratores não mais figurou entre os setores-chave. Ou seja, mesmo antes dos efeitos da crise financeira terem repercutido no estado,

as interações do setor já estavam enfraquecidas. Esse resultado sinaliza que a valorização do real possivelmente contribuiu para o esgarçamento desse setor.

Ao incluir a participação do setor na estrutura produtiva como ponderador dos encadeamentos (índice puro de ligação), a metalurgia (considerando fabricação de aços e derivados) e alimentos¹² permaneceu como setor chave tanto em 2005 quanto 2008. A administração pública, relevante devido ao seu peso na economia em 1996 e 2005, deixou de figurar como setor-chave em 2008. Apesar do aumento dos preços das commodities agrícolas, a agropecuária perdeu participação na estrutura produtiva de Minas Gerais no período e, tendo em vista que a maior parte se destina à exportação, não se destacou nos anos 2000.

Quadro 2 – Setores-chave – metodologias Rasmussen-Hirschman, índice puro e ligação e campos de influência – Minas Gerais – 2005/2008

Ano	Índice Rasmussem-Hirschmana	Índice Puro de Ligação	Campo de Influência
2005	Indústrias extrativas mineral	Metalurgia	Metalurgia
	Fabricação de produtos têxteis	Fabricação de alimentos	Fabricação de produtos químicos
	Fabricação de derivados do petróleo e álcool	Comércio	Fabricação de derivados do petróleo e álcool
	Fabricação de produtos químicos	Administração Pública	
	Metalurgia	Fabricação de veículos automotores	
2008	Extrativa mineral	Alimentos e bebidas	Refino de petróleo e coquerias
	Alimentos e bebidas	Fabricação de aço e derivados	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
	Produtos químicos	Comércio	Construção
	Fabricação de aço e derivados	Transporte, armazenagem e correio	
	Serviços de informação	Serviços prestados às empresas	

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017).

Nota: os setores destacados em negrito se destacaram nos três índices; em vermelho, em dois.

Em relação a 1996¹³, o índice puro de ligação revelou o surgimento de outros setores da indústria de transformação: fabricação de alimentos e a fabricação de veículos automotores (em 2005). Isto é, observa-se ainda uma relativa força do agronegócio e da cadeia metalmeccânica. Pelo seu peso na estrutura produtiva mineira desde 1996, o comércio se manteve como setor-chave com capacidade de impulsionar a economia.

Em termos de capacidade de influência dentro da economia (índice dos campos de influência) nos anos 2000, em particular em 2005, apenas setores da indústria de transformação se destacaram; em regra, indústrias intensivas em recursos naturais sem sofisticação produtiva. Em 2008, apenas o refino de petróleo juntamente com a indústria de utilidades públicas e da construção se sobressaíram na indústria de transformação.

De certo modo, os resultados da década de 2000 reiteram a importância da metalurgia e da indústria extrativa mineral para a economia mineira e sinalizam outros setores que poderiam contribuir para dinamizar a economia; em especial, aqueles ligados à cadeia ao agronegócio e à metalmeccânica. No entanto, já no fim da década, há os primeiros sinais de enfraquecimento da cadeia metalmeccânica.

Os resultados da década de 2010 também se referem a anos próximos, mas com momentos do ciclo econômico bastante diferentes. Em 2013, o estado atingiu seu pico em termos de produção; em 2016, o vale. Apesar da diferença de momento do ciclo econômico, observam-se similaridades entre os resultados do ano 2013 e 2016. Os resultados do Quadro 3 para o ano de 2016 relativos ao índice RH mostram que os setores baseados em recursos naturais e os serviços se destacaram. Na indústria de transformação, apenas o refino de petróleo e coquerias (insumo básico da atividade econômica) sobressaiu nos dois anos, simultaneamente. Já fragilizada, a indústria da transformação foi fortemente atingida pela crise. Em 2016, nenhum setor da cadeia metalmeccânica figurou entre os setores-chave. Dessa forma, observa-se o fenômeno da crise econômica combinado à regressão produtiva (LEAL *et al.*, 2021).

¹² Para 2008 o setor alimentos está associado ao setor de bebidas.

¹³ Os resultados de cada índice ao longo dos anos se encontram nas tabelas A1 a A3 do Anexo A.

Os resultados do índice puro de ligação sugerem que, em razão de seu peso na estrutura, setores tradicionais da economia mineira (agropecuária, extração mineral, comércio e administração pública) e diversas atividades de serviços teriam capacidade de estimulá-la. Contudo, à exceção da pecuária, os elos de compra e venda desses setores não se destacaram simultaneamente no índice RH. Nota-se, ainda, que à exceção do refino de petróleo, nenhuma indústria intensiva em recursos naturais minerais ou agropecuários se destacou.

Os resultados do campo de influência, para 2013, mostram a influência de setores cruciais para a dinâmica de uma economia aquecida: insumos energéticos e construção. Em 2016, os resultados indicaram o potencial dos setores industriais intensivos em recursos naturais, minerais e agropecuários. Isto é, se os elos desses setores fossem estimulados, propagariam-se pela economia. Mais uma vez, destacaram-se a construção e o refino de petróleo e coqueria, setores que usualmente possuem conexão com diversas atividades. Em contrapartida, os setores produtores de commodities nem os serviços se sobressaíram. Em parte, é natural que atividades mais centrais do processo produtivo, com elos para trás e para frente, se destaquem nesse índice. Observa-se que em todos os anos, à exceção de 1996, há preponderância dos setores industriais (incluindo a construção e os serviços de utilidade pública).

Em particular, observa-se que, em 2013, ano em que a economia mineira atingiu seu maior valor de produção, o número de setores-chave aumentou significativamente, de cinco para nove. Entre esses setores, foi a única vez em que as atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem; de energia elétrica, gás natural e outras utilidades; e agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita figuraram entre os setores-chave no índice RH. No entanto, a indústria de transformação foi representada apenas pela metalurgia e pelo refino de petróleo. Ou seja, aprofundou-se o esgarçamento do tecido industrial da indústria de transformação, refletindo possivelmente o prolongado período de valorização cambial. Em contrapartida, a indústria da construção, de utilidades públicas e atividades de serviços se destacaram, puxadas pelo dinamismo econômico baseado em consumo.

Quadro 3 – Setores-chave – metodologias Rasmussen-Hirschman, índice puro e ligação e campos de influência – Minas Gerais – 2013/2016

Ano	Índice Rasmussem-Hirschmana	Índice Puro de Ligação	Campo de Influência
2013	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Refino de petróleo e coquerias
	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
	Refino de petróleo e coquerias	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Construção
	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Outros produtos alimentares	
	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	
	Construção	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	
	Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	
	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	
Telecomunicações	Serviços técnicos e gestão não-imobiliária prestados às empresas		
2016	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Abate e produção de carne, inclusive os produtos do laticínio e pesca

Ano	Índice Rasmussem-Hirschmana	Índice Puro de Ligação	Campo de Influência
	Refino de petróleo e coquerias	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Fabricação e refino de açúcar
	Construção	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Fabricação de biocombustíveis
	Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Outros produtos alimentares	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
	Telecomunicações	Refino de petróleo e coquerias	Construção
		Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	Refino de petróleo e coquerias
		Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	
		Alojamento e Alimentação	
		Telecomunicações	
		Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	
		Serviços técnicos e gestão não-imobiliária prestados às empresas	
		Atividades de vigilância, segurança e investigação e outras atividades administrativas e serviços complementares	
	Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social		

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017) e Souza *et al.* (2019).

Nota: os setores destacados em negrito se destacaram nos três índices; em vermelho, em dois.

À exceção de 2016, as atividades relacionadas à cadeia produtiva metalmeccânica se sobressaíram: metalurgia; fabricação de produtos metalúrgicos (ferro-gusa, aços, etc); fabricação de veículos automotores; e fabricação e manutenção de máquinas e tratores. No entanto, esses últimos setores se destacaram somente em 2005 e 1996, respectivamente. A fabricação de produtos químicos, em particular os inorgânicos, se destacou nos anos de 1996, 2005 e 2008. Esse resultado sugere sua articulação com o agronegócio. Desde então, não mais figurou entre os setores-chave. Nos anos de 2013 e 2016, as importações dos produtos químicos superou a oferta interna da economia mineira.

A mudança mais notável na relação dos setores-chave foi a perda de importância de setores da indústria de transformação ao longo do tempo. Até 2008, mais da metade dos setores-chave do RH se enquadravam na indústria de transformação. Nos anos seguintes, nem mesmo a indústria de base agropecuária se destacou. Em 2013 e 2016, atividades de serviços ganharam mais espaço, além da indústria da construção e de atividades agropecuárias. No setor de serviços, sobressaíram as atividades de telecomunicações.

Nos anos mais recentes, 2013 e 2016, diversas atividades relacionadas ao setor de serviços se enquadraram entre os setores-chave pelo índice puro de ligação. Os serviços com grande peso na economia, em particular o comércio e administração pública, novamente se destacaram. Esse resultado reflete principalmente o avanço dos serviços na estrutura produtiva mineira. Não obstante, com base nos índices RH, o setor de telecomunicações e o de transporte também se notabilizaram. Ou seja, são setores com fortes encadeamentos, mesmo desconsiderando-se seu peso relativo. Adicionalmente, os setores baseados em recursos naturais figuraram entre os mais relevantes.

Ao longo do período, nenhum setor se destacou em todos os anos pela métrica do campo de influência. Os únicos setores que se destacaram em pelos menos três anos foram a metalurgia/siderurgia (1996, 2005 e 2016) e a fabricação de derivados do petróleo e álcool/refino de petróleo (2005, 2013 e 2016). Em regra, o setor de serviços e a agropecuária têm pouco espaço entre os mais influentes.

4 Conclusão

A análise das relações intersetoriais da economia de Minas Gerais a partir dos índices de interligação setorial RH, dos índices puros de ligação e dos campos de influência extraídos das MIPs 1996, 2005, 2008, 2013 e 2016 mostra que:

- (1) Em 1996 a siderurgia se destacou nos três índices;
- (2) Em 2005, a metalurgia. Em 2008, nenhum setor figurou nos três índices, ainda que a fabricação de aço tenha se destacado em dois deles;
- (3) Em 2013, diversas atividades se destacaram em dois dos índices, notadamente as relacionadas a insumos energéticos e commodities agropecuárias, além da construção. Em 2016, o refino de petróleo se destacou nos três índices, e as atividades do setor de serviços (transporte e telecomunicações) junto com a construção e a pecuária, em dois.

Comparando os resultados de 2016 com os das MIPs anteriores, observa-se que, ao longo dos anos, o estado se destacou em siderurgia/metalurgia/produção de ferroligas e na agropecuária, que não figurou em pelo menos dois indicadores de setores-chave apenas em 2005 e 2008. Mais recentemente, nas MIPs de 2013 e 2016, destacaram-se os setores de transportes, armazenamento e atividades auxiliares de transporte e correio; refino de petróleo e coquerias; e construção. Adicionalmente, nenhum setor associado às principais atividades do complexo metalmeccânico figurou nos índices calculados.

Em conjunto, esses resultados mostram a perda de força do complexo metalmeccânico em Minas Gerais. Adicionalmente, sugerem como arriscada a aposta em setores intensivos em recursos naturais, mineral e agropecuário, e naqueles diretamente associados. Na ausência de uma política pública, a tendência é que o desenvolvimento desses setores seja limitado, sendo boa parte das commodities exportadas sem nenhum processamento. Nem a indústria de base agropecuária nem a de produtos químicos se destacaram na década de 2010. Parte das mudanças pode ser atribuída ao ganho de relevância dos serviços, tanto devido à ampliação de sua participação na estrutura produtiva (ex: transporte desde 2008 ao considerarmos o IPL), como também ao fortalecimento dos encadeamentos (transporte e telecomunicações a partir de 2013). Ainda assim, considera-se importante promover estratégias para estimular o complexo metalmeccânico mineiro, com ênfase nos elos mais sofisticados.

Referências

ALMEIDA, T. R. C.; SANTOS, M. A. S. ; NEUENSCHWANDER, J. O.. Evolução da estrutura produtiva de Minas Gerais: uma análise do comportamento da agropecuária e indústria estadual com ênfase na década (2000-2010). In: Alexandre Queiroz Guimarães. (Org.). **Ideias em Desenvolvimento: Política para a promoção do avanço econômico em Minas Gerais**. 1ªed.Belo Horizonte, v. , p. 83-132, 2014.

BULLARD, C.W. e A.R. SEBALD (1988). Monte Carlo sensitivity analysis of input-output Models, **The Review of Economics and Statistics**, v.70, n.4, 1988.

BULLARD, C. W., and SEBALD,Anthony V. Sebald, Effects of parametric uncertainty and technological Change on input-output models **The Review of Economics and Statistics**, v.59, n. 1. p. 75-81, 1977.

Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG). **Diagnóstico da Economia Mineira**. Belo Horizonte, 1968.

_____. **Minas Gerais do Século XXI: o ponto de partida**. Belo Horizonte, Rona Editora, 2002.

CANO, W. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil: 1930-1970**. São Paulo: Global; Campinas: Editora da Unicamp, 1985.

CELLA, G. The input-output measurement of interindustry linkages, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.70, p.705-712, 1984.

CLEMENTS, B. J. On the decomposition and normalization of interindustry linkages, **Economic Letters**, v.33, p.337-340, 1990.

DINIZ, C.C. **Estado e Capital estrangeiro na industrialização mineira**. Editora UFMG, 1981.

_____. Minas Gerais na divisão inter-regional do trabalho no Brasil: alterações recentes e perspectivas, In:**Anais do IV Seminário sobre a Economia Mineira**, 1988.

_____. Desenvolvimento Poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização. **Nova Economia**, v.3 ,n.1, 1993.

_____. Minas Gerais e a economia nacional. **Cadernos de Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 13, n.23, p.205-221, 2018.

FACHINELLO, A.L.; KROTH, D.C. Os setores-chave da economia catarinense: uma análise insumo-produto. **Revista de Economia**, v.38, n.3 (ano 36), p. 135-163, 2012.

FERNANDES,L.L.C; ROCHA,B.R. Os Setores-Chave da Economia de Minas Gerais: uma análise a partir das matrizes de insumo-produto de 1996 e 2005. **Anais do XIV Seminário sobre a Economia Mineira**, 2010.

FERNANDES, L.L.C.; OLIVEIRA, F.A. Características e evolução recente da economia de Minas Gerais. In: **As Muitas Minas: Ensaio sobre a Economia Mineira**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Economia, Minas Gerais, p.3-32, 2010.

FJP. Produto Interno Bruto: série anual, 2002-2021.2021. Disponível em: <http://fjp.mg.gov.br/>

_____. TRU-MIP – MG 2016. 2020. Disponível em: <http://fjp.mg.gov.br/>

FURTADO, C. **Formação Econômica do Brasil**, Companhia Editora Nacional, 12a Edição.,1959 [1974].

GODOY, M. M.; BARBOSA, D.H.D.; BARBOSA, L. S.. Da arte de conhecer as doenças: o Diagnóstico da Economia Mineira de 1968 e o planejamento do desenvolvimento de Minas Gerais. **Nova Economia** (UFMG. Impresso), v. 20, p. 343-388, 2010.

GUILHOTO, J. J. M.; HEWINGS, G. J. D.; MARTINS, E. B. Índices de ligação e setores-chave na economia brasileira: 1959/80. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 24, p. 287-314, 1994.

GUILHOTO, J. J. M.; SONIS, M.; HEWINGS, G. J. D. **Linkages and multipliers in a multiregional framework: integration of alternative approaches**. Discussion Paper, 96-T-8, 20p., Urbana: University of Illinois. Regional Economics Applications Laboratory.

GUILHOTO, J.J M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 277-299, abr./ jun. 2005.

HENRIQUE, F.; FILHO, U. A. S. F.; SILVA, J. V. B. da; BRENE, P. R. A. Estrutura produtiva do Estado do Paraná e identificação de setores-chave para o desenvolvimento. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, SP, v. 15, n. 7, Edição Especial, p. 215-225, dez. 2019.

IBGE. **Sistema de Contas Nacionais – Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2008. (Relatórios Metodológicos, 24).

IPEA. **PIB Estadual a preços constantes - R\$ (mil), a preços do ano 2010 (.)** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – PIBE, 2021.

LEAL FILHO, R. S. ; ALMEIDA, T. R. C. ; BARBOSA, L. O. S. . Crise Econômica e Regressão Produtiva: A Economia de Minas Gerais no período 2010-2019. In: Alexandre Queiroz Guimarães. (Org.). **Políticas Públicas e desenvolvimento em Minas Gerais**. 1ed.Curitiba: Appris, v. , p. 151-181, 2021.

LOCATELLI, R.L. **Industrialização, crescimento e emprego: uma avaliação da experiência brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 243p. (IPEA/INPES. Série PNPE, 12), 1985.

MAGACHO, G.R.; ROCHA, I.L.Igor L Rocha, Demand-led growth decomposition: an empirical investigation of the Brazilian slowdown in the 2010s, **Cambridge Journal of Economics**, v.46, i.2, p. 371–390 March 2022.

MARTINS, R.B. **A economia escravista de Minas Gerais no século XIX**. Texto para Discussão, Cedeplar/UFMG, 1980.

MESSA, A. **Mudanças estruturais na economia brasileira ao longo da década de 2000**. Texto para discussão, n. 1770, Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.

MORCEIRO, P.C. **Penetração dos insumos importados na indústria brasileira**. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), 2019.

PAULA, R. Z. A. **Percalços da industrialização: o caso de Minas Gerais**. Dissertação de mestrado. Universidade de Campinas, 2001.

PORSSE, A.A. **Multiplicadores de impacto na economia gaúcha: aplicação do modelo de insumo-produto fechado de Leontief**. (Documentos FEE n. 52) Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 2002.

RACHE, A.L. **Contribuição ao Estudo da Economia Mineira**. Editora José Olympio. 1956.

SHERMAN, J. e W. Morrison Adjustment of an Inverse Matrix Corresponding to a Changes in the elements of a given column our a given row of the original matrix. **Annals of Mathematical Statistics**, vol.20. 1949.

SIMONOVITS, A. (1975). A Note on the Underestimation and Overestimation of the Leontief Inverse. **Econometrica**. Vol.43. 1975

SONIS, M. HEWINGS G.J.D. Error and sensitivity input-output Analysis: a new approach. In. MILLER, K.R. POLENSKE E A.Z. ROSE (eds.) **Frontiers of Input-Output Analysis**. New York,Oxford University Press. 1989.

SONIS, M. E G.J.D. HEWINGS **Fields of Influence in Input-Output Systems**, unpublishedmanuscript, Regional Economics Applications Laboratory, Urbana, Illinois. 1995.

SOUZA, C.C.A.; GONÇALVES, C.C.S.; FRANCO, M.P.V. Setores-chave da economia de Minas Gerais em 2008. **Economia Ensaios**, v. 31, n. 2, p. 103-136, 2017.

SOUZA, C.C.A.; FRANCO, M.P.V.; LEAL FILHO, R.S.; MORAIS, R.C. **Setores-chave de Minas Gerais em 2013**. Anais do XVIII Seminário sobre a Economia Mineira, 2019.

ANEXO A

Quadro A1 – Setores-chave – metodologia Rasmussen-Hirschman – Minas Gerais – 1996, 2005, 2008, 2013, 2016

Ano	1996	2005	2008	2013	2016
Setores	Siderurgia	Indústrias extrativas mineral	Extrativa mineral	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
	Fabricação de outros produtos metalúrgicos	Fabricação de produtos têxteis	Alimentos e bebidas	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Refino de petróleo e coquerias
	Fabricação e manutenção de máquinas e tratores	Fabricação de derivados do petróleo e álcool	Produtos químicos	Refino de petróleo e coquerias	Construção
	Fabricação de elementos químicos não-petroquímicos	Fabricação de produtos químicos	Fabricação de aço e derivados	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
	Transporte	Metalurgia	Serviços de informação	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades Construção Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem Telecomunicações	Telecomunicações

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017) e Souza et al (2019).

Quadro A2 – Setores-chave – metodologia Índices Puros de Ligação – Minas Gerais – 1996, 2005, 2008, 2013, 2016

Ano	1996	2005	2008	2013	2016
Setores	Agropecuária	Metalurgia	Alimentos e bebidas	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita
	Construção Civil	Fabricação de alimentos	Fabricação de aço e derivados	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
	Comércio	Comércio	Comércio	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
	Administração Pública	Administração Pública	Transporte, armazenagem e correio	Outros produtos alimentares	Outros produtos alimentares
	Siderurgia	Fabricação de veículos automotores	Serviços prestados às empresas	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Refino de petróleo e coquerias Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio

Ano	1996	2005	2008	2013	2016
				Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Alojamento e Alimentação
				Serviços técnicos e gestão não-imobiliária prestados às empresas	Telecomunicações
					Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
					Serviços técnicos e gestão não-imobiliária prestados às empresas
					Atividades de vigilância, segurança e investigação e outras atividades administrativas e serviços complementares
					Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017) e Souza et al (2019).

Quadro A3 – Setores-chave – metodologia Campos de Influência– Minas Gerais – 1996, 2005, 2008, 2013, 2016

Ano	1996	2005	2008	2013	2016
Setores	Siderurgia	Metalurgia	Alimentos e bebidas	Refino de petróleo e coquerias	Abate e produção de carne, inclusive os produtos do laticínio e pesca
	Agropecuária	Fabricação de produtos químicos	Produtos químicos	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Fabricação e refino de açúcar
	Serviços prestados às empresas	Fabricação de derivados do petróleo e álcool	Serviços de informação	Construção	Fabricação de biocombustíveis
			Produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana		Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
			Serviços prestados às empresas		Construção
					Refino de petróleo e coquerias

Fonte: Elaboração própria com base nos trabalhos de Fernandes e Rocha (2010), Souza, Gonçalves e Franco (2017) e Souza et al (2019).