

Diretoria de Estatística e Informações (Direi)

**NOTA TÉCNICA:**  
**Cadeia produtiva da siderurgia de Minas Gerais: uma abordagem insumo-produto**

**Número 8/2024**

Belo Horizonte  
2024

## GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

### Governador

Romeu Zema Neto

### Vice-Governador

Mateus Simões

## SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

### Secretária de Estado de Planejamento e Gestão

Luísa Cardoso Barreto

## FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO

### Presidente

Luciana Lopes Nominato Braga

### Vice-Presidente

Mônica Moreira Esteves Bernardi

### Diretoria de Estatística e Informações (Direi)

Claudio Djissey Shikida

Tomaz Duarte Moreira (Coordenador-Geral)

## Equipe Técnica Coordenação de Análise Insumo-Produto

### Elaboração

Carla Cristina Aguilar de Souza

Lúcio Otávio Seixas Barbosa

Marta Ribeiro dos Santos Gomes

### Coordenação de Editoração

Ana Paula da Silva

Ariane Machado

## SUMÁRIO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | INTRODUÇÃO.....   | 4  |
| 2   | A CADEIA PRODUTIVA DA SIDERURGIA .....                  | 5  |
| 3   | METODOLOGIA .....                                       | 8  |
| 4   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                             | 11 |
| 4.1 | Mapeamento da cadeia da siderurgia.....                 | 11 |
| 4.2 | Extração hipotética da siderurgia de Minas Gerais ..... | 15 |
| 4.3 | Discussão.....  | 17 |
| 5   | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                              | 18 |
|     | REFERÊNCIAS.....  | 19 |

## 1 INTRODUÇÃO

Recentemente, a siderurgia tem sido alvo de disputa no cenário internacional. Diversos países têm acusado a China de fazer *dumping* na venda dos produtos siderúrgicos, isto é, vendê-los abaixo do custo de produção (Brazil [...], [20--]). Isso seria resultado dos subsídios providos pelo governo chinês e do excesso de produção no país. Em resposta, países da União Europeia, os Estados Unidos e a Índia, entre outros, impuseram tarifas para combater os preços do produto chinês.

No Brasil, em termos de volume, as importações de ferro fundido, ferro e aço cresceram quase 50% entre 2022 e 2023, oriundas principalmente da China (Brasil, 2024). Nesse contexto, em abril de 2024, o governo brasileiro elevou para 25% a tarifa sobre a importação de produtos de aço. O aumento das tarifas ocorrerá quando as cotas de importação estabelecidas forem ultrapassadas (Governo [...], 2024).

A indústria siderúrgica é considerada a base do setor industrial. Diversas outras indústrias, entre elas a automotiva, a de fabricação de equipamentos mecânicos e elétricos e a construção civil, utilizam seus insumos. Portanto, há interesse nos países em manter sua presença na estrutura produtiva doméstica.

No Brasil, a fabricação de produtos siderúrgicos (incluindo ferro-gusa e ferroligas) alcançou apenas 4% do total produzido pela indústria da transformação em 2019 (IBGE, 2024). No entanto, em Minas Gerais, a participação foi de 14,2% (FJP, 2022). Nesse mesmo ano, o estado foi o principal produtor de ferro-gusa, ferroligas e produtos siderúrgicos, e foi o segundo principal produtor de tubos de aço, exceto sem costura, atrás apenas do Rio de Janeiro. Somando esses três grupos de produtos, que, para fins do estudo, são considerados produtos da siderurgia, a produção mineira correspondeu a 36,5% do valor da produção brasileira em 2019 (IBGE, 2024).

Tendo em vista a relevância estratégica dessa atividade econômica<sup>1</sup>, aliada à sua importância para Minas Gerais, este estudo tem como objetivo delimitar a cadeia produtiva da siderurgia no estado. A metodologia envolve dois pontos: identificar os principais setores à montante e à jusante da siderurgia tendo como base os dados da Tabela de Recursos e Usos (TRU) de Minas Gerais publicados pela Fundação João Pinheiro (FJP) e calcular o impacto da exclusão dessa atividade na estrutura econômica do estado, utilizando o método de extração hipotética (seção 1). Na seção seguinte, apresenta-se a cadeia produtiva da siderurgia. A terceira seção expõe a metodologia. A quarta dispõe os resultados e a discussão. Por fim, a última apresenta as considerações finais.

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, os termos “atividade econômica” e “setor” são utilizados com sinônimos.

## 2 A CADEIA PRODUTIVA DA SIDERURGIA

O conceito de cadeia produtiva pode ser entendido como uma sequência de estágios em que se estrutura o processo de transformação da matéria-prima ao produto. A matéria-prima (minério de ferro, por exemplo) e os insumos (energia, entre outros) são requeridos no processo de transformação. Subsequentemente, os produtos elaborados são vendidos para outros setores ou para a demanda final (famílias, governo, exportações etc.). O elo entre segmentos de uma cadeia produtiva, ou entre empresas, é feito pelo mercado (Haguenauer; Bahia; Castro; Ribeiro, 2001). As atividades de transporte e comercialização atuam como suporte em todas as fases da cadeia produtiva.

Nessa perspectiva, a cadeia produtiva é formada pelas atividades econômicas à montante, responsáveis por fornecer insumos para a atividade núcleo, e pelas atividades econômicas à jusante, que compram os produtos/serviços elaborados pela atividade núcleo. Logo, o núcleo da cadeia produtiva é formado pela atividade econômica que tem relações intensas de compra e venda com as demais.

Observa-se que o conceito de cadeia produtiva difere do conceito de complexo produtivo. Complexo produtivo é o conjunto de cadeias produtivas que guardam entre si acentuada semelhança na utilização de processos produtivos ou na natureza e possibilidades de utilização do produto final (Alberton; Bêrni, 2009).

Neste estudo, o foco será a análise da cadeia produtiva da siderurgia, composta por uma sequência de atividades que convergem para a manufatura de produtos de ferro e aço. A siderurgia, que é a metalurgia do ferro, consiste no processo de transformação do minério de ferro em aço. A sua cadeia caracteriza-se por grandes empresas que operam nas diferentes etapas do processo produtivo, desde a transformação do minério em ferro primário, passando pela produção do aço, etapas de transformação mecânica, até a comercialização no mercado para abastecer outras cadeias produtivas.

Os setores à montante, que fornecem insumos para a atividade núcleo, têm como base a mineração, responsável pela atividade extrativa do minério de ferro, insumo básico para a produção do ferro-gusa. Destacam-se, ainda, o carvão, responsável por aquecer o alto forno e reduzir o ferro-gusa<sup>2</sup>, que pode ser misturado à sucata, obtida na reciclagem, para transformação em aciarias elétricas.

Os setores à jusante da cadeia da siderurgia são elos que tomam os produtos resultantes da cadeia principal como insumos para a sua própria produção. O aço comercializado no mercado sob a forma de produtos planos (chapas e bobinas) e longos (vergalhões, barras, perfis, tubos e arames) é

---

<sup>2</sup> Importante ressaltar que o uso do carvão vegetal como redutor (em vez do carvão mineral) é uma peculiaridade da siderurgia brasileira.

responsável por impulsionar outros grandes elos produtivos que formam a base de sustentação do setor industrial. As principais indústrias e setores demandantes da siderurgia são: construção civil, indústria mecânica, transporte (automobilística, ferroviária e naval), energia, óleo e gás, máquinas e equipamentos, equipamentos de transporte, indústria de eletrodomésticos (linha branca), indústria de eletroeletrônicos (carcaças, transformadores etc.), indústria de embalagem metálica e as cimenteiras.

A Figura 1 mostra o fluxograma da cadeia produtiva da siderurgia segmentada em três grandes grupos: atividades à montante, atividade principal e atividades à jusante. Ao longo da cadeia, cada etapa do processo produtivo adiciona valor ao bem. Nesse processo, as interações entre os setores vão desde a aquisição de insumos até a elaboração do produto final destinado ao mercado. Observa-se que os serviços, em especial os de manutenção, transporte, intermediação financeira e comercialização, atividades importantes de suporte à montante e à jusante, não foram considerados, privilegiando o fluxo de bens.

A siderurgia pode ser dividida em três grandes segmentos em função do produto: a siderurgia de planos, cujos produtos principais são chapas grossas, bobinas a quente e a frio, bobinas galvanizadas e folhas de flandres, usadas principalmente na indústria naval, automotiva, de linha branca e de embalagens; a indústria de longos, representada pelos perfis, barras, vergalhões e arames, usados principalmente na construção civil; e a indústria de tubos, utilizados principalmente em oleodutos e gasodutos.

De acordo com Fonseca, Carvalho e Silva (2011), em suas fases iniciais, o processo produtivo é semelhante para os três segmentos. Dois tipos de processo podem ser utilizados: o das usinas integradas — a coque, a carvão vegetal ou a gás natural, nas quais o aço é obtido do minério de ferro; e o das semi-integradas, no qual o aço é obtido do ferro secundário (sucata) ou ferro em estado sólido ou líquido.

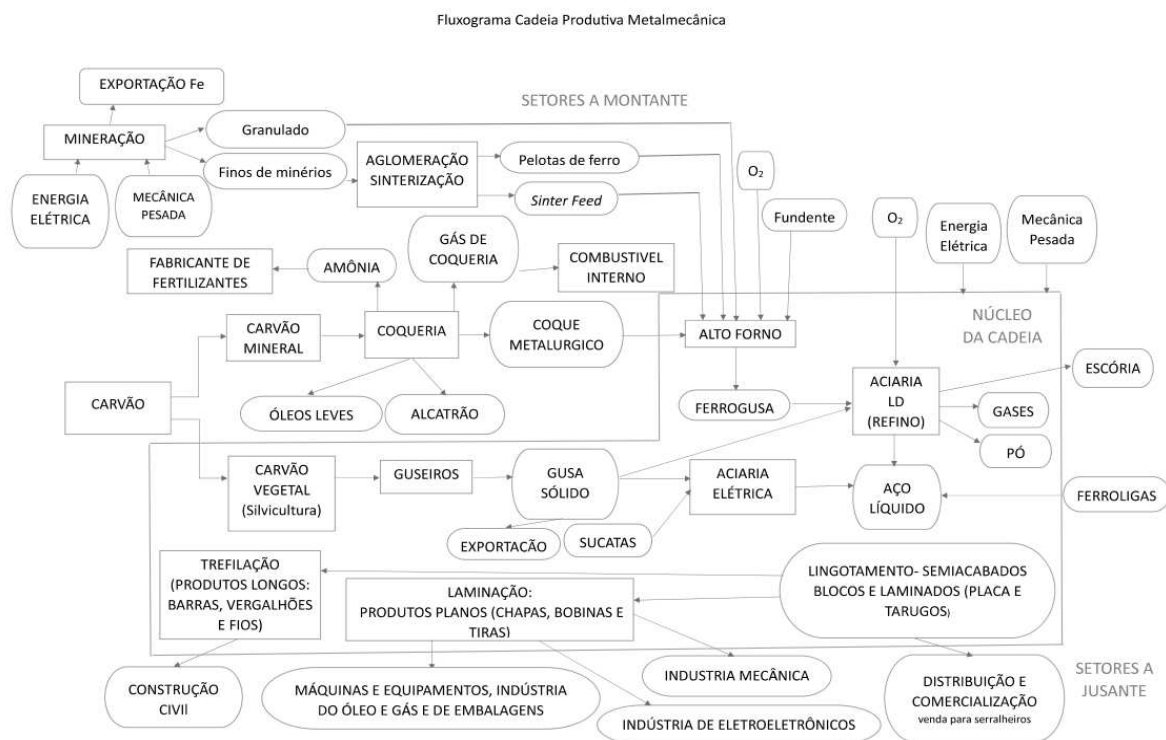
Após a obtenção, o aço passa por um processo de lingotamento. O objetivo é solidificá-lo em produto semiacabado para ser utilizado nas etapas produtivas seguintes. Nesse estágio, dependendo do tipo de molde, o aço é solidificado na forma de placas, no caso da produção de planos, ou de tarugos, no caso da produção de longos. Esses são os chamados produtos semiacabados, que serão laminados e transformados em produtos siderúrgicos finais.

A laminação consiste na conformação, em temperatura elevada, pela passagem do corpo de aço entre cilindros sob pressão, alterando suas dimensões. As placas podem ser utilizadas para a laminação de chapas grossas, com espessura do produto final de até 20 mm, ou para a laminação de tiras a quente e a frio, cujas espessuras vão até 8 mm (bobinas laminadas a quente), e acima de 0,5

mm (bobina laminada a frio). Os tarugos podem ser utilizados para a laminação de barras, vergalhões, fios-máquina, seções pesadas e perfis.

Já o segmento de tubos pode seguir dois tipos de rota conforme são produzidos tubos com ou sem costura. Os tubos com costura são fabricados a partir de chapas, que são dobradas e soldadas. Já os sem costura são produzidos a partir de tarugos, que, em uma etapa seguinte, são extrudados e transformados em tubos.

Figura 1: Caracterização técnica da cadeia produtiva da siderurgia



Fonte: Elaboração própria.

Os aços podem ser classificados em relação à sua composição química e à forma geométrica. Considerando a sua composição, os aços podem ser classificados da seguinte maneira:

- a) aços carbono: são aços ao carbono, ou com baixo teor de liga, de composição química definida em faixas amplas;
- b) aços ligados/especiais: são aços ligados ou de alto carbono, de composição química definida em estreitas faixas para todos os elementos e especificações rígidas;

- c) aços construção de mecânica: são aços ao carbono e de baixa liga para forjaria, rolamentos, molas, eixos, peças usinadas etc;
- d) aços ferramenta: são aços de alto carbono ou de alta liga, destinados à fabricação de ferramentas e matrizes para trabalho a quente e a frio, inclusive aços rápidos.

Quanto à forma, os aços são classificados em:

- a) semiacabados: produtos oriundos do processo de lingotamento contínuo ou de laminação de desbaste destinados ao processamento posterior de laminação ou forjamento a quente. São eles: as placas, os blocos e os tarugos;
- b) produtos planos: produtos siderúrgicos resultantes do processo de laminação, cuja largura é extremamente superior à espessura ( $L \gg E$ ) e são comercializados na forma de chapas e bobinas de aços carbono e especiais;
- c) produtos longos: produtos siderúrgicos, resultantes do processo de laminação, cujas seções transversais têm formato poligonal e cujo comprimento é extremamente superior à maior dimensão da seção. São ofertados em aços carbono e especiais. Nessa categoria, listam-se os aços carbono, os perfis leves ( $h < 80$  mm), perfis médios ( $80$  mm  $< h \leq 150$  mm), perfis pesados ( $h > 150$  mm), vergalhões, fio-máquina (principalmente para arames), barras (qualidade construção civil), tubos sem costura e trefilados. Em aços ligados/especiais, os fio-máquina (para parafusos e outros), as barras em aços construção mecânica, barras em aços ferramenta, barras em aços inoxidáveis e para válvulas, os tubos sem costura e os trefilados. De forma esquemática, a Figura 2 apresenta as possibilidades de aplicação dos produtos siderúrgicos nos setores à jusante.

### 3 METODOLOGIA

A delimitação da cadeia produtiva da siderurgia de Minas Gerais teve como ponto de partida a identificação dos principais insumos fornecidos ao núcleo da cadeia produtiva e dos setores demandantes dos produtos elaborados pelo núcleo com base na TRU-MG de 2019. Para avaliar as mudanças ocorridas ao longo da década de 2010, o trabalho utilizou as TRU de Minas Gerais, referentes aos anos de 2013, 2016 e 2019 e as divulgadas pela FJP.

As TRU-MG dispõem de informações para 57 setores e 102 produtos. O setor 2491 — produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura — foi considerado o núcleo da cadeia. Os produtos típicos desse setor são: ferro-gusa e ferroligas, semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço. Observa-se que, na Classificação Nacional das Atividades Econômicas

(Cnae), a siderurgia não contempla a produção de ferro-gusa e ferroligas nem de tubos de aço. No entanto, o setor utilizado neste estudo está de acordo com o entendimento de que a siderurgia consiste na metalurgia do ferro.

As TRU são divididas em:

- a) Tabelas de Recursos de Bens e Serviços que apresentam a oferta total de bens e serviços da economia;
- b) Tabela de Usos de Bens e Serviços que apresentam o consumo intermediário e a demanda final (exportação, consumo final e formação bruta de capital), totalizando a demanda da economia;
- c) componentes do Valor Adicionado (VA) por setor de atividade.

Nas linhas da Tabela de Recursos de Bens e Serviços, identificam-se os produtos de cada atividade (principal/típico e secundário); nas colunas, a atividade responsável pela produção. A soma dos valores da coluna corresponde ao valor total da produção da respectiva atividade econômica.

Nas linhas da Tabela de Usos, observam-se os produtos intermediários consumidos em cada atividade (consumo intermediário) e o seu destino como demanda final. Nas colunas, identifica-se o que cada atividade consome dos demais setores em seu processo de produção, totalizando o consumo intermediário da atividade econômica e identificando quais são os produtos consumidos pela demanda final (consumo das famílias, do governo, das instituições sem fins lucrativos, formação bruta de capital fixo e variação de estoque).

Além dessas tabelas, na publicação da TRU-MG, também são divulgados os dados da demanda doméstica de Minas Gerais e do destino das importações a preços básicos. A Tabela Oferta e Demanda da Produção de Minas Gerais a Preços Básicos permite identificar o consumo doméstico das atividades produtivas e sua destinação para a demanda final a preços básicos, isto é, sem a contabilização das margens de comércio e transporte e dos impostos. A Tabela Oferta e Demanda de Produtos Importados a Preços Básicos mostra o destino das importações para cada atividade (consumo intermediário) e para a demanda final. Dessa forma, por exemplo, é possível verificar o quanto do consumo intermediário de uma atividade produtiva depende da própria produção interna ou de importações.

Adicionalmente, com base na TRU-MG, é possível elaborar o modelo insumo-produto, desenvolvido por Leontief, e implementar o método de extração hipotética. O objetivo desse método é quantificar a mudança de produção na economia caso um setor específico fosse removido (Miller e Blair, 2009).

No modelo insumo-produto tradicional, pressupõe-se por hipótese que os fluxos intermediários do produto final são fixos e o sistema pode ser representado na seguinte forma matricial:

$$Ax + f = x \quad (1)$$

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 por meio da razão  $a_{ij} = x_{ij}/x_j$ ;  $x$  é o vetor com os valores da produção total do setor  $i$  e  $f$  é a demanda final do setor  $i$ . Para estabelecer a produção total necessária para atender a demanda final, isola-se a variável  $x$ :

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (2)$$

$$x = Lf \quad (3)$$

Em que  $L = (I - A)^{-1}$  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 satisfazer uma unidade de demanda final do setor  $j$ .

No método de extração hipotética, os valores da linha e da coluna da matriz  $A$  e do vetor  $f$  referentes ao setor a ser removido são substituídos por zero.

$$\bar{x}_{(j)} = (I - \bar{A}_{(j)})^{-1}\bar{f}_{(j)} \quad (4)$$

Em que  $\bar{A}_{(j)}$  é a matriz de coeficientes diretos e  $\bar{f}_{(j)}$  é o vetor de demanda final com os valores do setor  $j$  substituídos por zero.

O impacto da extração do setor pode ser obtido a partir da equação (5):

$$\bar{T}_{(j)} = 100 \left[ \frac{(i'x - x_j) - i'\bar{x}_{(j)}}{i'x} \right] \quad (5)$$

Em que  $i'$  representa um vetor linha de números 1 (vetor de soma).

O método de extração hipotética pode ser aplicado também nas ligações intersetoriais. Para os encadeamentos para “trás”, substituem-se os valores da coluna da matriz  $A$  por zero; para os encadeamentos para “frente”, substituem-se os valores da linha<sup>3</sup>. O cálculo do impacto é similar ao da equação (5).

Neste estudo, esse método foi aplicado na Matriz de Insumo-Produto (MIP) de 2019, base de dados mais recente para Minas Gerais. O objetivo foi estimar o impacto do eventual encerramento das atividades do setor.

<sup>3</sup> Os cálculos de encadeamento para frente podem ser obtidos também por meio da matriz de Ghosh (ver Miller e Blair, 2009).

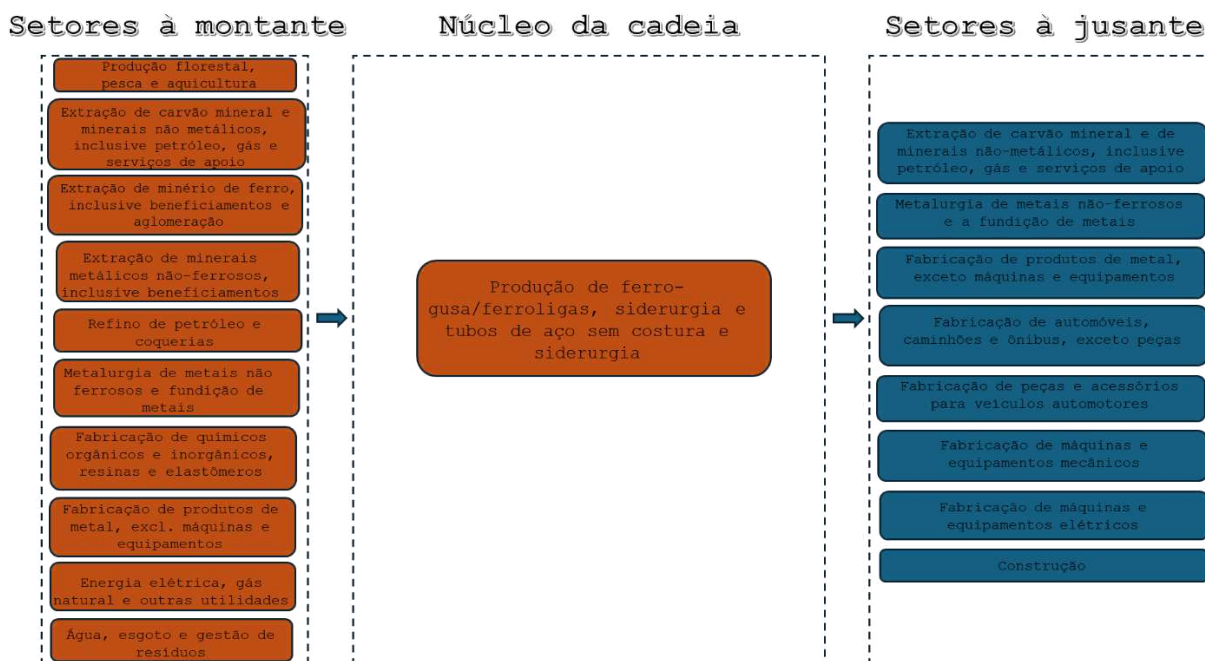
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Mapeamento da cadeia da siderurgia

A Figura 3 mapeia o fluxo de bens da cadeia produtiva da siderurgia a partir das atividades econômicas da TRU-MG de 2019. Nela, estão destacados os principais insumos vendidos ao núcleo da cadeia e as atividades que compram os produtos produzidos pelo núcleo da cadeia de acordo com a Tabela de Usos da TRU-MG.

Observa-se que o insumo sucata é proveniente da atividade de água, esgoto e gestão de resíduos. Além disso, o setor de extração de carvão mineral e minerais não-metálicos e o de metalurgia de metais não ferrosos aparecem tanto à montante quanto à jusante. À montante, o carvão mineral, os minerais não-metálicos, os produtos da metalurgia de metais não-ferrosos são insumos importantes para a siderurgia; à jusante, os tubos de aço e o ferroliga são vendidos para esses mesmos setores.

Figura 2: Cadeia produtiva da siderurgia de Minas Gerais



Fonte: Elaboração própria.

A partir da tabela de recursos produto-setor da TRU-MG, identifica-se o valor total da fabricação dos produtos do núcleo da cadeia produtiva da siderurgia, incluindo aqueles feitos por outros setores de forma secundária. Para 2013, 2016 e 2019, considerando-se a produção total de produtos siderúrgicos, nota-se que por volta de um quarto da produção foi de ferro-gusa e ferroligas e três quartos foram de semiacabados, laminados, planos, longos e tubos de aço. Nesses anos, os produtos siderúrgicos corresponderam a 13,3%, 11,8% e 14,2% da produção total da indústria de

transformação, de modo que a perda de participação em 2016 foi mais do que compensada em 2019. Em termos comparativos, a participação dos produtos da indústria de alimentos, principal atividade econômica manufatureira do estado, correspondeu a aproximadamente 25% e a dos produtos do refino de petróleo, terceira principal atividade da manufatura, a 10%.

Com base nas Tabela de Usos da TRU-MG, foram identificados os principais produtos consumidos pela siderurgia em 2013, 2016 e 2019, cerca de 60% do consumo intermediário total do setor (Tabela 1). Observa-se que o consumo intrassetorial correspondeu a quase 20% e as atividades de apoio, tais como transportes, manutenção de máquinas e equipamentos, e intermediação financeira, a mais de 10%.

Tabela 1: Principais produtos demandados pela atividade de produção de ferro-gusa/ferroligas e tubos de aço sem costura (2491) – Minas Gerais – 2013/2016/2019 (%)

| Código do produto | Descrição do produto   | Participação no consumo intermediário total (%) |      |      |
|-------------------|--|---|------|------|
|                   |  | 2013  | 2016 | 2019 |
| 0791              | Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração.                             | 22.0  | 15.8 | 27.5 |
| 0581              | Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos, inclusive petróleo, gás e serviços de apoio. | 9.4   | 10.4 | 10.9 |
| 1991              | Refino de petróleo e coquerias.  | 3.3   | 4.6  | 4.4  |
| 2500              | Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos.                                     | 5.0   | 6.4  | 3.8  |
| 3680              | Água, esgoto e gestão de resíduos.   | 4.1   | 4.2  | 3.2  |
| 3500              | Energia elétrica, gás natural e outras utilidades.   | 3.1   | 3.2  | 2.4  |
| 2492              | Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais.  | 2.5   | 3.6  | 2.4  |
| 2091              | Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros.                               | 1.8   | 2.4  | 2.2  |
| 0792              | Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos.                              | 3.4   | 4.4  | 2.2  |
| 280               | Produção florestal, pesca e aquicultura.   | 1.3   | 1.4  | 1.2  |
|                   | Demais produtos.   | 44.4  | 43.5 | 39.8 |
| Total             |  | 100   | 100  | 100  |

Fonte: Elaboração própria.

Dados básicos: Fundação João Pinheiro (2018, 2020, 2022).

O principal produto consumido pela atividade núcleo foi o minério de ferro, que alcançou 27,5% do total em 2019. Em seguida, destacaram-se o carvão mineral, com 9,8%, e os produtos do refino do petróleo, com 4,4%. Destaca-se que a extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos compreende, além do carvão mineral, minerais não-metálicos e petróleo, gás natural e

serviços de apoio. Juntos, esses produtos totalizaram 10,9% do consumo intermediário da siderurgia em 2019 (Tabela 1). Entre 2013 e 2019, a participação desses produtos no consumo intermediário passou de 34,6% para 42,8%, puxada pelo aumento de consumo do minério de ferro.

Com base nos dados de consumo intermediário doméstico a preços básicos (Tabela Oferta e Demanda da Produção de Minas Gerais a Preços Básicos da TRU-MG) e nas informações de destino das importações a preços básicos (Tabela Oferta e Demanda de Produtos Importados a Preços Básicos da TRU-MG), observa-se que quase a totalidade do carvão mineral, utilizado como insumo pela siderurgia, foi importado. Adicionalmente, os produtos químicos inorgânicos (2091) e de extração de metais não-ferrosos (0792) foram também majoritariamente importados. Insumos importantes do processo da atividade núcleo da cadeia dependem, portanto, das importações.

No consumo intermediário intrassetorial houve mudanças na composição entre insumos produzidos no estado e insumos importados. A produção doméstica tornou-se a principal origem dos semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço, ao passo que o ferro-gusa e ferroligas passaram a ser predominantemente importados. Em termos relativos, esses produtos siderúrgicos corresponderam a aproximadamente 15% do consumo intermediário total, enquanto a participação do ferro-gusa e ferroligas aproximou-se de 5%.

Tabela 2: Principais destinos dos produtos da atividade de produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (2491) – Minas Gerais – 2013/2016/2019 (%)

| Código da atividade | Atividade  | Ferro-gusa e ferroligas |      |      | Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço |      |      |
|---------------------|--|-------------------------|------|------|--|------|------|
|                     |  | 2013                    | 2016 | 2019 | 2013   | 2016 | 2019 |
| 2500                | Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos. | 0.0                     | 0.0  | 0.0  | 2.7  | 2.7  | 6.3  |
| 4180                | Construção.  | 0.0                     | 0.0  | 0.0  | 3.0  | 0.8  | 3.2  |
| 2992                | Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores.      | 0.0                     | 0.0  | 0.0  | 2.2  | 1.2  | 1.9  |
| 2991                | Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças.      | 0.0                     | 0.0  | 0.0  | 2.3  | 0.6  | 1.4  |
| 2800                | Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos.                 | 0.0                     | 0.0  | 0.0  | 0.9  | 0.4  | 1.0  |

Continua

Tabela 2: Principais destinos dos produtos da atividade de produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (2491) – Minas Gerais – 2013/2016/2019 (%)

| Código da atividade | Atividade  | Conclusão               |              |              |   |              |              |
|---------------------|--|-------------------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|
|                     |  | Ferro-gusa e ferroligas |              |              | Semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço |              |              |
|                     |  | 2013                    | 2016         | 2019         | 2013  | 2016         | 2019         |
| 2700                | Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos.   | 0.0                     | 0.0          | 0.0          | 0.4   | 0.3          | 0.5          |
| 581                 | Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos, inclusive petróleo, gás e serviços de apoio. | 0.0                     | 0.0          | 0.0          | 0.0   | 0.1          | 0.4          |
| 2492                | Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição de metais.  | 1.0                     | 0.3          | 0.3          | 0.0   | 0.0          | 0.1          |
|                     | Consumo intermediário.   | 19.6                    | 8.2          | 4.3          | 18.6  | 11.9         | 25.4         |
|                     | Exportação internacional.  | 58.0                    | 74.7         | 77.3         | 12.9  | 20.0         | 15.5         |
|                     | Exportação interestadual.  | 23.2                    | 17.4         | 18.4         | 68.2  | 68.8         | 58.9         |
|                     | Outras demandas.   | -0.7                    | -0.4         | 0.0          | 0.3   | -0.7         | 0.3          |
|                     | <b>Demanda total</b>   | <b>100.0</b>            | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> | <b>100.0</b>  | <b>100.0</b> | <b>100.0</b> |

Fonte: Elaboração própria.

Dados básicos: Fundação João Pinheiro (2018, 2020, 2022).

A partir dos dados de consumo intermediário a preços básicos da TRU-MG, identifica-se também o destino dos produtos siderúrgicos produzidos em Minas Gerais. Em ambos os casos, a maior parte da produção foi destinada às exportações estaduais e internacionais (Tabela 2). No caso do ferro-gusa e ferroligas, o principal destino foram as exportações internacionais, enquanto os produtos siderúrgicos foram vendidos principalmente para outros estados do Brasil.

Adicionalmente, o consumo intermediário dos dois produtos pelas principais atividades à jusante foi relativamente baixo, 4,3% do ferro-gusa e ferroligas e 25,4% dos produtos siderúrgicos em 2019. Praticamente a totalidade do consumo do ferro-gusa e ferroligas foi intrassetorial. Os produtos siderúrgicos também tiveram participação elevada do consumo intrassetorial, em torno de 35% da demanda total. A fabricação de produtos de metal, a construção e a indústria automotiva também se destacaram entre os principais consumidores dos semiacabados, laminados planos, longos e tubos de

aço. Nota-se que, entre 2013 e 2019, na fabricação de produtos de metal, o consumo intermediário aumentou de 2,7% para 6,3% da demanda total.

As informações aqui levantadas permitiram delinear a cadeia produtiva da siderurgia em Minas Gerais, tomando o ano de 2019 como referência. Para avaliar o impacto da siderurgia na economia mineira, considerando os encadeamentos para trás e para frente, foi realizado o exercício de extração hipotética do setor.

#### 4.2 Extração hipotética da siderurgia de Minas Gerais

O método de extração hipotética foi aplicado à MIP de 2019. A Tabela 3 apresenta o impacto da extração da siderurgia sobre a economia mineira em cenários diferentes. A simples exclusão do Valor Bruto da Produção (VBP) da siderurgia (Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura) causaria a queda de 4,6% no VBP do estado. A aplicação do método de extração hipotética da atividade econômica implicou queda maior, de 7,4%. Ou seja, haveria uma queda adicional de 2,9% em razão dos encadeamentos com as demais atividades econômicas.

A extração dos encadeamentos para trás da siderurgia causou uma queda de 3,2%; a dos encadeamentos para frente, de 1,5%. No entanto, parte relevante da queda atribuída aos encadeamentos para frente referem-se ao efeito sobre a própria atividade. Caso não fossem contabilizados os efeitos sobre a siderurgia, a retração seria de apenas 0,6%.

Tabela 3: Impacto da extração da siderurgia sobre a economia em diferentes cenários – Minas Gerais – 2019 – R\$ milhões

| Cenário  | Valor Bruto da Produção (VBP em R\$ milhões) | Impacto (%) |
|--|--|-------------|
| Minas Gerais   | 1.161.173,41                                 | -           |
| Minas Gerais exclusão siderurgia   | 1.108.302,23                                 | -4,6        |
| Minas Gerais extração hipotética siderurgia (linha e coluna)                     | 1.074.670,39                                 | -7,4        |
| Minas Gerais extração hipotética encadeamentos para trás da siderurgia (coluna)  | 1.123.601,99                                 | -3,2        |
| Minas Gerais extração hipotética encadeamentos para frente da siderurgia (linha) | 1.143.622,44                                 | -1,5        |

Fonte: Elaboração própria.

Dados básicos: Fundação João Pinheiro (2022).

A Tabela 4 dispõe as atividades mais afetadas pela extração hipotética da siderurgia a partir da exclusão dos encadeamentos para trás e para frente. Observa-se que, nas principais atividades, o efeito da extração hipotética do setor (linha e coluna) foi igual ao resultado observado

para a extração dos encadeamentos para trás (apenas coluna). Esse resultado deve-se ao fato de os encadeamentos para trás serem muito mais importantes do que os para frente. Além disso, os encadeamentos para frente tiveram efeito maior sobre o próprio setor.

Tabela 4: Principais atividades econômicas impactadas pela extração hipotética da atividade de produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura (2491) – Minas Gerais – 2019

| Código da atividade              | Atividade   | Valor da produção (R\$ milhões) | Valor da produção - Extração hipotética da coluna/linhas (R\$ milhões) | Impacto (%) |
|----------------------------------|---|---------------------------------|--|-------------|
| Encadeamentos para trás (coluna) |   |                                 |  |             |
| 3300                             | Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos.              | 10.338,12                       | 7.397,73   | -28,4       |
| 791                              | Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração.    | 47.966,32                       | 38.114,42  | -20,5       |
| 792                              | Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos.     | 2.305,11                        | 1.890,97   | -18,0       |
| 3680                             | Água, esgoto e gestão de resíduos.  | 7.097,38                        | 5.984,73   | -15,7       |
| 5281                             | Transporte, armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio. | 57.074,59                       | 52.422,64  | -8,2        |
| 280                              | Produção florestal, pesca e aquicultura.                                    | 5.321,70                        | 4.924,76   | -7,5        |
| 2500                             | Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos.            | 12.773,72                       | 11.947,26  | -6,5        |
| 1991                             | Refino de petróleo e coquerias.   | 37.629,84                       | 35.442,43  | -5,8        |
| 7701                             | Serviços técnicos e gestão não-imobiliária prestados às empresas.           | 31.716,98                       | 30.000,21  | -5,4        |

Fonte: Elaboração própria.

Dados básicos: Fundação João Pinheiro (2022).

As atividades mais afetadas pela extração dos encadeamentos para trás e para frente foram as mesmas, à exceção do efeito sobre a própria siderurgia, no caso dos encadeamentos para frente. Entre as atividades da cadeia produtiva que mais sofreram impacto, destacaram-se a extração de minério de ferro, a extração de minerais metálicos não-ferrosos e de água, esgoto e gestão de resíduos. No entanto, a atividade mais afetada foi uma de suporte da cadeia produtiva, o serviço industrial de manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos, decréscimo de 28,4%, com a extração dos encadeamentos para trás, e de 5,8%, com a extração dos encadeamentos para frente. Além do impacto sobre essa atividade de suporte à cadeia da siderurgia, sobressaíram-se

também os impactos sobre o transporte, armazenamento, atividades auxiliares dos transportes do correio e sobre os serviços técnicos e gestão não imobiliária prestados às empresas.

### 4.3 Discussão

O mapeamento dos principais setores demandados e demandantes da siderurgia mineira, em geral, foram contemplados na Figura 1, que ilustra a cadeia produtiva. Destacaram-se os insumos minério de ferro, carvão mineral e o coque. Foram identificados, porém, insumos de outros setores, como a fabricação de produtos de metal (2500) e associados aos metais não-ferrosos (792 e 2492). É importante observar que a produção secundária do setor contemplou, em 2019, a fabricação de produtos da metalurgia de metais não ferrosos e de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos. Adicionalmente, a siderurgia, neste estudo, contemplou a produção de ferroligas, que usa metais não-ferrosos.

Em relação às vendas do setor, sobressaíram-se apenas a fabricação de produtos de metal, a construção e a indústria automotiva e de equipamentos mecânicos. Os segmentos de eletroeletrônicos, de óleo e gás e embalagens não figuraram entre os principais.

Em um cenário hipotético de avanço da importação de produtos siderúrgicos da China, que culminasse no fechamento das indústrias siderúrgicas mineiras, a produção da economia do estado seria reduzida em 7,4% (tendo como referência o resultado de 2019). A preços de 2019, o decréscimo da produção mineira seria de R\$ 86,5 bilhões. Esse resultado demonstra a importância da siderurgia para o estado mineiro.

No entanto, desse total, apenas 2,9% ou R\$ 33,3 bilhões derivaram de perdas em outras atividades econômicas. Os encadeamentos intersetoriais da siderurgia na economia mineira são menos relevantes e refletem, sobretudo, os efeitos das compras do setor (encadeamentos para trás). Os encadeamentos para frente são fracos, tendo em vista que os produtos siderúrgicos são majoritariamente exportados para outros países e outros estados brasileiros.

Mesmo nos elos para trás, insumos importantes como o carvão mineral são importados e, portanto, não dinamizam a economia regional. A atividade mais afetada pela extração hipotética dos encadeamentos para trás foi a manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos. Pela sua característica, essa atividade de suporte à cadeia tende a ser prestada localmente. Dessa forma, o eventual fechamento da indústria siderúrgica geraria uma queda de quase 30% dessa atividade.

Na sequência, as atividades mais afetadas seriam a extração de minério de ferro e de metais não-ferrosos. No caso do minério de ferro, a maior parte da produção do estado é exportada.

Isso significa que eventualmente essa produção residual poderia ser reorientada para o mercado externo, caso não fosse comprada pela siderurgia. Possivelmente, isso também se aplicaria à extração de metais não ferrosos e outros insumos transacionáveis.

Nos encadeamentos para frente, o maior impacto é intrassetorial. Observa-se, porém, que mais de 50% da produção de semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço são exportados para outros estados. Isso significa que o estado mineiro, base da siderurgia nacional, fornece insumos siderúrgicos para outros estados. Dessa forma, caso fosse considerado a extração dos encadeamentos para frente em nível nacional, o impacto seria maior.

De modo geral, os resultados sugerem que a eventual perda de siderurgia no âmbito estadual e nacional deve ser discutida não apenas do ponto de vista da perda econômica causada pelo setor. O decréscimo da atividade econômica, apesar de relevante, circunscreveu-se, principalmente, ao próprio setor. No entanto, por ser uma atividade base do setor industrial, responsável por articular outras cadeias produtivas, deve-se considerar pontos relacionados à soberania nacional e até estratégias de desenvolvimento regional e do país.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A siderurgia é uma das atividades principais da manufatura mineira, atrás apenas da indústria alimentícia. O avanço das exportações chinesas tem sido fonte de preocupação do setor, levando o governo brasileiro a aumentar as barreiras tarifárias. Nesse contexto, o presente estudo buscou delinear a cadeia produtiva da siderurgia e quantificar o impacto decorrente no caso do fechamento de todas as empresas do setor.

O fluxo de transformação de bens da cadeia produtiva da siderurgia em Minas Gerais compreende, principalmente, a compra de minério de ferro local e a importação de carvão mineral, utilizados para a produção de laminados e semiacabados que são, posteriormente, exportados para outros estados do país. A principal atividade de suporte da cadeia produtiva é a manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos. Dessa forma, os encadeamentos da siderurgia na economia mineira, em especial à jusante, são fracos.

Os resultados da extração hipotética desse setor em 2019 indicaram uma perda superior a R\$ 80 bilhões de reais (a preços de 2019) e correspondente a 7,4% da produção mineira. Parte considerável desse impacto deve-se a perda de produção do setor, já que seus encadeamentos são menos relevantes.

Dessa forma, em Minas Gerais, o setor tem papel limitado na articulação de outras atividades econômicas, destacando-se a atividade de suporte à cadeia produtiva de manutenção,

reparação e instalação de máquinas e equipamentos. No entanto, mais de 50% das exportações de produtos semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço são destinados a outros estados. Ou seja, o setor contribui para a cadeia produtiva de outros setores em nível nacional.

Além disso, é necessário destacar a importância da siderurgia em termos de soberania nacional e na estratégia de desenvolvimento. Muitos países decidiram sobretaxar o aço chinês alegando soberania e segurança nacional. Em um momento em que a globalização produtiva tem sido rediscutida, é preciso avaliar a relevância estratégica da siderurgia para a matriz produtiva mineira e nacional.

### REFERÊNCIAS

ALBERTON, Vânia; BÊRNI, Duili de Avila. A divisão setorial do trabalho e a produtividade do complexo metalmeccânico brasileiro. **R. Econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p.81-112, jan./abr. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rec/a/4giVnLqTd54gvBTVHNVW9gD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 jan. 2025.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. [Estatísticas de Comércio Exterior]. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 2 jan. 2025.

BRAZIL launches China anti-dumping probes after imports soar. **Financial Times**, Londres, [20--]. Disponível em: <https://www.ft.com/content/8703874e-44cb-4197-8dca-c7b555da8aef>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FONSECA, Paulo Sérgio Moreira da; CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; SILVA, Marcelo Machado da. Investimentos na siderurgia brasileira. *In*: TORRES, Ernani Teixeira; PUGA, Fernando Pimentel; MEIRELLES, Beatriz Barbosa. **Perspectivas do investimento: 2010-2013**. Rio de Janeiro: BNDES, 2011. p. 71-107. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/18340/1/PRCapLiv209331\\_Investimentos%20na%20siderurgia%20brasileira\\_Compil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/18340/1/PRCapLiv209331_Investimentos%20na%20siderurgia%20brasileira_Compil_P.pdf). Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Tabela de Recursos e Usos e Matriz de Insumo-Produto de Minas Gerais – 2013**. Belo Horizonte, 2018. (Estatística e Informações, n.10). Disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/tabela-de-recursos-e-usos-tru-mg-e-matriz-insumo-produto-mip/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Tabela de Recursos e Usos e Matriz de Insumo-Produto de Minas Gerais – 2016**. Belo Horizonte, 2020. (Estatística e Informações, n. 28). Disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/tabela-de-recursos-e-usos-tru-mg-e-matriz-insumo-produto-mip/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Tabelas de Recursos e Usos e Matriz de Insumo-Produto de Minas Gerais – 2019**. Belo Horizonte, 2022. (Estatística e Informações, n.49). Disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/tabela-de-recursos-e-usos-tru-mg-e-matriz-insumo-produto-mip/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

GOVERNO eleva para 25% tarifa de importação para produtos de aço por um ano. **InfoMoney**, São Paulo, 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/economia/camex-decide-criar-imposto-de-25-na-importacao-de-aco-valido-por-um-ano/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

HAGUENAUER, Lia; BAHIA, Luiz Dias; CASTRO, Paulo Furtado de; RIBEIRO, Márcio Bruno. **Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90**. Brasília/DF: Ipea, abr. 2001. (Texto para Discussão, n. 786). Disponível em:

[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/995/1/TD\\_0786.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/995/1/TD_0786.pdf). Acesso em: 2 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 1848 - Dados gerais das unidades locais industriais de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, por Unidade da Federação, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0)**: Brasil, Sul e Sudeste (exceto Espírito Santo). Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/tabelas>. Acesso em: 2 jan. 2025.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press: New York, 2009.