

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**MURILLO ADOLFO DE OLIVEIRA FERNANDES**

**O PAPEL DAS EMPRESAS CONCESSIONÁRIAS DO SETOR FERROVIÁRIO DE  
CARGA NO SISTEMA PRODUTIVO BRASILEIRO**

**JUIZ DE FORA - MG  
2023**

MURILLO ADOLFO DE OLIVEIRA FERNANDES

**O PAPEL DAS EMPRESAS CONCESSIONÁRIAS DO SETOR FERROVIÁRIO DE  
CARGA NO SISTEMA PRODUTIVO BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Admir Antonio Betarelli Junior

JUIZ DE FORA - MG  
2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

de Oliveira Fernandes, Murillo Adolfo.

O papel das empresas concessionárias do setor ferroviário de carga no sistema produtivo brasileiro / Murillo Adolfo de Oliveira Fernandes. -- 2023.

59 p. : il.

Orientador: Admir Antonio Betarelli Junior

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2023.

1. Transporte ferroviário de carga. 2. Insumo-produto. 3. Extração hipotética. I. Betarelli Junior, Admir Antonio, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

NA DATA DE 08 / 12 /2023, A BANCA EXAMINADORA, COMPOSTA PELOS PROFESSORES

1 – ADMIR ANTONIO BETARELLI JUNIOR - ORIENTADOR; E

2 – WESLEM RODRIGUES FARIA,

REUNIU-SE PARA AVALIAR A MONOGRAFIA DO ACADÊMICO MURILLO ADOLFO DE OLIVEIRA FERNANDES, INTITULADA: O PAPEL DAS EMPRESAS CONCESSIONÁRIAS DO SETOR FERROVIÁRIO DE CARGA NO SISTEMA PRODUTIVO BRASILEIRO.

APÓS PRIMEIRA AVALIAÇÃO, RESOLVEU A BANCA SUGERIR ALTERAÇÕES AO TEXTO APRESENTADO, CONFORME RELATÓRIO SINTETIZADO PELO ORIENTADOR. A BANCA, DELEGANDO AO ORIENTADOR A OBSERVÂNCIA DAS ALTERAÇÕES PROPOSTAS, RESOLVEU APROVAR (APROVAR / NÃO APROVAR) A REFERIDA MONOGRAFIA.

ASSINATURA ELETRÔNICA DOS PROFESSORES AVALIADORES



Documento assinado eletronicamente por **Admir Antonio Betarelli Junior, Professor(a)**, em 12/12/2023, às 18:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 13/12/2023, às 10:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1624382** e o código CRC **F8E97B6A**.

## RESUMO

As concessionárias privadas transporte ferroviário de carga (TFC) no Brasil atuam sob a responsabilidade do Poder Público, que concede o transporte de carga por ferrovias. A Agência Nacional dos Transportes (ANTT) é responsável pela regulação e fiscalização do setor. Entre 1997 e 2011, houve um crescimento significativo na oferta desse serviço (117% em TKU), acompanhado por investimentos privados. O TFC é eficiente em termos de energia e desempenha um papel importante na exportação de minérios e commodities agrícolas. O Programa de Desenvolvimento Ferroviário (2022) e a renovação dos contratos de concessão (a partir de 2020) também impulsionou a evolução das ferrovias brasileiras abriu oportunidades para o aumento da produção das operadoras por meio de investimentos privados. Esta monografia tem como objetivo avaliar os efeitos das interações, tanto para frente quanto para trás, das empresas concessionárias com a economia brasileira. Estes efeitos foram calculados a partir da matriz de insumo produto brasileira de 2015 divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e teve como inovação a utilização da matriz desagregada por empresas para o TFC, cujo trabalho foi realizado em conjunto com o grupo de pesquisa Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES). A análise estrutural e comparativa das empresas foi realizada por meio de uma técnica de extração hipotética em um modelo de insumo-produto. Os resultados revelaram que a economia brasileira se mostrou mais dependente da oferta do que da demanda dos serviços de TFC. As empresas Estrada Ferro Carajás (EFC - Vale), Vitória à Minas (EFVM - Vale) e MRS Logística foram identificadas como as mais importantes para o Valor Bruto da Produção (VBP) nacional em 2015. A simulação da extração da oferta resultou em maiores perdas esperadas para as atividades de: Alimentos e bebidas (S12); Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço (S21) e Minério de ferro (S9). A oferta da concessionária Rumo Malha Norte (RMN) mostrou-se mais importante para os setores: Alimentos e Bebidas; Serviços Diversos (S46) e Carne de bovinos e outros produtos de carne (S11), enquanto Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço; Minério de ferro; Construção civil (S28) e Produtos da metalurgia (S22) mostraram-se mais dependentes dos serviços de transporte da operadora EFC. Com base nessas considerações, é possível estabelecer políticas de desenvolvimento ferroviário que se fundamentem nesses aspectos. Uma maneira de incentivar isso, por parte do governo, seria implementar mecanismos que fortaleçam as interações já existentes e visem ampliar a disseminação desses efeitos no território.

**Palavras-chave:** Transporte ferroviário de carga; Insumo-produto; Extração hipotética.

## ABSTRACT

Private freight railway concessionaires in Brazil operate under the responsibility of the Public Authority, which grants cargo transportation by railways. The National Transportation Agency (ANTT) is responsible for regulating and overseeing the sector. Between 1997 and 2011, there was significant growth in the provision of this service (117% in TKU), accompanied by private investments. The freight rail transport is energy-efficient and plays an important role in the export of minerals and agricultural commodities. The Railway Development Program (2022) and the renewal of concession contracts (from 2020) have also driven the evolution of Brazilian railways, opening up opportunities for increased production by operators through private investments. This monograph aims to evaluate the effects of forward and backward interactions between concessionaire companies and the Brazilian economy. These effects were calculated using the 2015 Brazilian input-output matrix published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and involved the use of a disaggregated matrix by companies for freight rail transport, in collaboration with the research group Laboratory of Territorial and Sectoral Analysis (LATES). The structural and comparative analysis of companies was conducted using a hypothetical extraction technique in an input-output model. The results revealed that the Brazilian economy was more dependent on the supply than the demand for freight rail transport services. Estrada Ferro Carajás (EFC - Vale), Vitória à Minas (EFVM - Vale), and MRS Logística were identified as the most important companies for national Gross Production Value (VBP) in 2015. The simulation of supply extraction resulted in higher expected losses for activities related to Food and Beverages (S12); Semi-finished, flat, long, and tubular steel products (S21); and Iron Ore (S9). The supply from Rumo Malha Norte (RMN) was more important for sectors such as Food and Beverages; Miscellaneous Services (S46); and Beef and other meat products (S11), while Semi-finished, flat, long, and tubular steel products; Iron Ore; Construction (S28); and Metallurgical products (S22) showed greater dependence on transport services provided by EFC. Based on these considerations, it is possible to establish railway development policies that are based on these aspects. One way for the government to incentivize this would be to implement mechanisms that strengthen existing interactions and aim to expand the dissemination of these effects in the territory.

**KEYWORDS:** Freight rail transport; Input-output; Hypothetical extraction.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha professora de língua portuguesa, Eva, que me inspirou e convenceu de que eu merecia uma vaga em uma universidade pública, mesmo sendo egresso do ensino médio público. Seus incentivos foram fundamentais para minha jornada até aqui.

Agradeço também a todos os professores do cursinho popular da Etec de São Roque. A dedicação e o comprometimento de vocês fizeram toda a diferença em minha preparação para o vestibular. Sou imensamente grato por todo o conhecimento compartilhado e pelo apoio recebido.

Agradeço a todo o corpo docente da Escola de Economia da UFJF, em especial ao meu professor e orientador, Admir. Participar do projeto de extensão que resultou nesta monografia foi um privilégio e uma grande oportunidade de aprendizado. Agradeço por todo o conhecimento compartilhado e pela orientação cuidadosa ao longo desse processo. Também expressei minha gratidão à FAPEMIG por conceder-me uma bolsa pela participação no projeto de extensão.

Agradeço a todos os meus amigos e familiares que contribuíram de alguma forma ao longo dessa trajetória. Seja por meio de palavras de incentivo, apoio emocional ou momentos de descontração e alegria.

Por fim, gostaria de expressar minha gratidão a duas pessoas muito especiais em minha vida: meu pai Pedro e minha mãe Jaqueline. Seu amor, carinho e paciência foram cruciais durante toda a minha jornada na faculdade. Além disso, não posso deixar de mencionar a importância da ajuda financeira que me foi dada por vocês, sem a qual eu não teria conseguido chegar até aqui. Agradeço por todo o apoio e incentivo ao longo da minha graduação.

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 - Processo de abertura do modal ferroviário de carga na matriz IP.....	33
---	----



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Produção total do transporte ferroviário de cargas .....	24
GRÁFICO 2 - Percentual de contribuição para a FBKF .....	37
GRÁFICO 3 - Efeitos para frente no VBP nacional .....	44

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Divisão modal do consumo intermediário.....	39
TABELA 2 - Distribuição (%) do fluxo das principais cargas.....	41
TABELA 3 – Efeitos para frente (%) nos setores mais sensíveis à ausência da oferta das concessionárias de transporte ferroviário de carga.....	43
TABELA 4 - Efeitos para frente no VBP nacional .....	44
TABELA 5 – Efeitos para trás (R\$ milhões) nos setores mais sensíveis à ausência de demanda das empresas ferroviárias de carga .....	46
TABELA 6 - Distribuição dos produtos dos perfis Contêiner e Carga Geral .....	53
TABELA 7 - Contribuição das operadoras ferroviárias de carga na FBKF.....	54
TABELA 8 – Efeitos para frente (em milhões) das ferrovias na estrutura produtiva brasileira .....	55
TABELA 9 - Efeitos para trás (em milhões) das ferrovias na estrutura produtiva brasileira ..	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviário  
ANTT - Agência Nacional dos Transportes  
CIF - *Cost, Insurance and Freight*  
CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
CNT – Confederação Nacional do Transporte  
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
EFC - Estrada de Ferro Carajás S.A.  
EFPO - Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A.  
EFVM - Estrada de Ferro Vitória a Minas  
FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais  
FBKF - Formação Bruta de Capital Fixo  
FCA - Ferrovia Centro-Atlântica S.A.  
FNSTN - Ferrovia Norte Sul Tramo Norte  
FOB - *Free on Board*  
FTC - Ferrovia Tereza Cristina S.A.  
FTL - Ferrovia Transnordestina Logística S.A  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
MIP – Matriz Insumo Produto  
MRS - MRS Logística S.A.  
PAS - Pesquisa Anual de Serviços  
PND - Programa Nacional de Desestatização  
RFFSA - Rede Ferroviária Federal S.A.  
RMN - Rumo Malha Norte S.A.  
RMO - Rumo Malha Oeste S.A.  
RMP - Rumo Malha Paulista S.A.  
RMS - Rumo Malha Sul S.A.  
SAFF - Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário  
SIADE - Sistema de Acompanhamento do Desempenho Operacional das Concessionárias  
TFC - Transporte Ferroviário de Carga  
TRU – Tabela de Recursos e Usos  
VBP – Valor Bruto da Produção

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa do estudo .....	15
1.2	Estrutura da monografia .....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1.1	Referencial teórico .....	17
2.2	Transporte ferroviário de carga .....	19
2.3	Concessões Ferroviárias no mundo.....	21
2.4	Ferrovias de carga no Brasil.....	22
2.5	Referencial empírico .....	26
3	METODOLOGIA .....	29
3.1	Modelo insumo-produto .....	29
3.2	Técnica da Extração Hipotética.....	30
3.3	Base de dados .....	32
3.4	MIP 2015 .....	34
3.4.1	Anuário Estatístico do Setor Ferroviário.....	34
3.4.2	Abertura das margens de transporte - Ótica das vendas.....	35
3.4.3	Pesquisa Anual de Serviços (PAS).....	37
3.4.4	Abertura do consumo intermediário dos modais de transporte terrestre.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1	Estrutura de receita das ferrovias brasileiras .....	40
4.2	Análise sistêmica da oferta das empresas ferroviárias .....	42
4.3	Análise sistêmica da demanda das empresas ferroviárias .....	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
6	REFERÊNCIAS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

As operações de transporte ferroviário de carga por concessionárias privadas funcionam sob responsabilidade do Poder Público (Art. 175, Constituição Brasileira), que fornece por meio de concessões o transporte de carga por ferrovias, além de abordar o regime das empresas concessionárias, incluindo questões contratuais, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão, deve tratar dos direitos dos usuários, política tarifária e a obrigação de manter um serviço adequado (Lei nº 8.987, 13/5/1995). As frentes regulatórias e fiscais do setor são realizadas pela Agência Nacional dos Transportes (ANTT), que tem o objetivo principal de garantir a prestação de um serviço adequado e promover a redução dos custos para os usuários do modal (Lei nº 10.233/2001).

Em apenas metade do período dos contratos de concessão privada, em 2012, as concessionárias do setor promoveram resultados promissores no mercado em termos de produção e investimento, entre 1997 e 2011. Ou seja, neste período a oferta deste tipo de serviço registrou um crescimento acumulado na ordem de 111,7% (tonelada quilômetro útil transportada (TKU)), acompanhado pela expansão total dos investimentos privados de R\$ 30,33 bilhões (ANTF, 2012). Já no período seguinte, entre 2012-2022, a produção, em TKU, acumulou aproximadamente 124% (ANTT, 2023). Isso acompanha uma série de efeitos econômicos no Brasil, devido aos encadeamentos da atividade de transporte ferroviário de carga (TFC) junto à estrutura produtiva. O transporte ferroviário de carga é caracterizado pelo seu potencial em termos de eficiência energética (CNT, 2013), isto é, menores níveis de emissões de CO<sub>2</sub> e custos de operação aproximadamente 40% mais baratos em comparação às rodovias (SILVA *et al.*, 2020), além da capacidade de transporte de grandes volumes, as ferrovias de carga brasileiras transportam parcelas significativas dos bens nacionais exportáveis, como minérios e commodities agrícolas (ANTF, 2023).

Em 21 de outubro de 2022, o Programa de Desenvolvimento Ferroviário abriu maior possibilidade para o aumento da produção das operadoras, por proporcionar condições para que recebam novas inversões de usuários investidores, tanto para a melhora de infraestrutura, quanto para extensão das malhas e outros (Decreto nº 11.245, de 21 de outubro de 2022). Um ano após a instituição do Programa, 89 pedidos de investidores privados para atuar no setor foram feitos, somando 22.442 quilômetros de novos trilhos por todo o país (BRASIL, 2022).

Em geral, essas informações estatísticas corroboram que experiência brasileira quanto à política de concessão da malha férrea à iniciativa privada foi bem-sucedida. Há 12 empresas concessionárias que operam nas linhas ferroviárias em todo o país. As extensões das linhas férreas e as escalas de operações das empresas concessionárias são distintas entre as regiões brasileiras, sendo algumas empresas especialistas no transporte de minério de ferro e granéis sólidos, como soja e milho. Estabelecidas em corredores logísticos definidos em um modelo primário-exportador, as empresas ferroviárias de carga brasileiras transportam aproximadamente 48% das commodities agrícolas até os portos, no caso do açúcar e milho, essa proporção atinge cerca de 50%, enquanto o transporte de granéis minerais alcança quase 90% da carga total (ANTF, 2023).

Há uma evolução expressiva das ferrovias brasileiras desde a marco de concessão das malhas regionais, ocorrido entre 1995 e 1997. A partir do ano de 2020, as empresas concessionárias iniciaram a renovação dos contratos de concessão por mais 30 anos, que estabelecem novas metas de produção (em TKU) e investimentos. Um dos pontos justificados pelas empresas na negociação da renovação dos contratos é a evolução da escala de operação e investimentos desde a implementação da concessão. Em geral, as empresas apresentaram os principais dados do anuário estatístico. Contudo, até o momento, as análises dessas estatísticas não levaram em conta os efeitos derivados das interações dessas empresas com toda economia brasileira. Não se quantificou de forma estrutural e comparativa a dependência de oferta e de demanda das empresas concessionárias pelos canais diretos e indiretos nos vínculos de produção e consumo estabelecidos no sistema produtivo brasileiro.

Inédita, esta monografia contribui para preencher esta lacuna e tem por objetivo principal avaliar os efeitos da ligação para frente (venda) e para trás (compra) das empresas concessionárias. Para acomodar este objetivo, a análise desta pesquisa monográfica utiliza a técnica de extração hipotética em um modelo de insumo-produto para o ano de 2015. A matriz de insumo-produto reconhece as 12 empresas concessionárias, tanto pela ótica de venda quanto pela ótica de compra. A desagregação do setor ferroviário de carga por empresa na matriz configura como uma das principais contribuições deste trabalho, uma vez que foi necessário coletar e aplicar procedimentos metodológicos para decompor de forma consistente a estrutura de demanda e de custos por empresas do setor. Essa tarefa exigiu o gerenciamento, a compilação e harmonização de um grande volume de informações estatísticas, derivadas de diversas fontes secundárias.

A compreensão da importância relativa destas empresas no sistema produtivo brasileiro pode permitir uma melhor avaliação do papel de cada uma em setores específicos da economia, contribuindo para a tomada de decisões mais informadas e eficientes por parte de gestores públicos e privados do setor de transporte, economistas e formuladores de políticas públicas.

### **1.1 Justificativa do estudo**

Após a desestatização das operações de transporte ferroviário de carga (TFC) no Brasil nos anos 1990, as empresas privadas que entraram no mercado modernizaram e aumentaram os investimentos no setor. Em 14 anos, entre 1997-2011, o investimento total acumulado das concessionárias foi, aproximadamente, 20 vezes maior que o da União (Ministério dos Transportes, DNIT e Associadas ANTF, 2012). Os prejuízos acumulados herdados pela Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), antiga estatal brasileira extinguida durante processo de desestatização, foram recompensados com o ingresso das operadoras privadas. Além disso, o encerramento das operações da estatal desonerou dos cofres públicos cerca de 300 milhões de reais por ano, considerando a última década de atuação da RFFSA. Ademais, entre 1996 e 2010, a arrecadação da União com o pagamento das parcelas de concessão e arrendamento; arrecadação de impostos, concessão e arrendamento foi de aproximadamente 20,6 bilhões de reais, o que foi suficiente para equilibrar e estabilizar orçamento público em relação ao modal (ANTF, 2012).

Para além da boa evolução econômica do setor, a existência de gargalos impede maior utilização do transporte por trilhos pelas atividades econômicas. Entre eles, velocidade média, tarifas de frete e bitolas assimétricas são alguns dos gargalos (CNT, 2013; MARCHETTI e FERREIRA, 2012). Passagens em nível, geralmente em zonas de habitação, por exemplo, obrigam que a velocidade dos trens seja menor nestes trechos. As tarifas médias do TFC competem com os preços de frete rodoviário, o qual apresenta alta ociosidade de caminhões, tornando os preços anticompetitivos no mercado de transporte de cargas. O desenvolvimento infra estrutural das ferrovias, desde a economia do café à desestatização do setor, ocorreu de maneira desordenada, resultando em trilhos de variados tamanhos de bitola, impedindo a integração entre as malhas ferroviárias regionais (CNT, 2013; MARCHETTI, 2010; WORLD BANK, 2008).

Devido à evolução do setor ferroviário de carga nacional sob operação privada e seus efeitos econômicos adjacentes no restante da economia, coube a este estudo propor uma análise sobre a importância relativa de cada concessionária do modal para a economia brasileira e seus setores. Sendo inédito ao utilizar a técnica de extração no modelo de insumo produto como meio de compreender a importância relativa das empresas ferroviárias de carga na economia brasileira.

## **1.2 Estrutura da monografia**

Além desse capítulo introdutório, esta monografia está organizada em mais três capítulos. O segundo capítulo revisa algumas abordagens teóricas, caracteriza o setor ferroviário de carga e revisa alguns dos principais estudos aplicados. Por sua vez, o terceiro capítulo apresenta o modelo de insumo-produto, explora os procedimentos adotados para a desagregação do setor entre as empresas ferroviárias e ainda apresenta a técnica de extração hipotética. Por seu turno, o quarto capítulo fornece uma discussão sobre os resultados derivados da extração hipotética, ao passo que o último capítulo faz as considerações finais desta monografia, salientando os principais resultados, contribuições e perspectivas de trabalhos futuros.



## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Os modelos teóricos que serviram como ponto de partida para o desenvolvimento deste estudo são de alguns economistas regionais do século XX, os quais reconheceram o papel do transporte de mercadorias no desenvolvimento econômico com perspectivas parecidas: North (1955) considera que os custos de transferência são limitantes de um mercado exportador. Para Hirschman (1961) a infraestrutura do sistema de transportes é essencial para o funcionamento das atividades econômicas diretamente produtivas. Já Perroux (1970) contempla as indústrias de bens complementares múltiplos como o transporte de mercadorias como indústrias-chave. Por fim, Rostow (1956) descreve a relação entre o desenvolvimento da economia ocidental do século XX e as ferrovias de carga e passageiros.

Na seção 2.2 discutem-se: a origem do transporte ferroviário de cargas (TFC); algumas das características dessa atividade econômica no que tange a seus custos infra estruturais e operacionais; a ideia do transporte ferroviário de mercadorias como serviço público; e a questão macroeconômica. A seção Concessões ferroviárias no mundo (2.3) trata sobre o regime de concessões ferroviárias de carga nos Estados Unidos e Alemanha, México e Argentina.

A seção Ferrovias de carga brasileiras e concessões (2.4) aborda o setor ferroviário de carga brasileiro desde o marco regulatório da desestatização e concessão das malhas férreas regionais. Trazendo alguns aspectos do regime de concessão no Brasil e a evolução do produto bruto do setor nos últimos 10 anos. Por fim, o referencial empírico (2.5) conduz algumas discussões sobre trabalhos com enfoque nos efeitos econômicos do TFC em diferentes regiões.

### **2.1.1 Referencial teórico**

A teoria da base exportadora para North carrega a hipótese de que o sucesso de uma economia depende do sucesso de seus artigos exportáveis. Em seu modelo de crescimento econômico regional, para que esse sucesso ocorra, além da demanda externa por bens nacionais, os custos de transferência e custos relativos de produção devem ser competitivos, pois estes custos limitam a extensão do mercado estrangeiro, dado que, se tais custos forem altos os suficientes, determinados mercados tornam-se inviáveis economicamente. Nesse sentido, além das

vantagens comparativas, custos de processamento competitivos e demanda externa, o sistema de transportes é essencial na teoria da base exportadora. Para o autor, a partir desse sistema é que uma região avançaria em direção ao estágio final do desenvolvimento (NORTH, 1955).

Hirschman (1961) propõe que o desequilíbrio entre oferta e demanda entre as atividades pode resultar no crescimento e desenvolvimento econômico de uma economia regional, em sua abordagem, quando a demanda excede a oferta de um setor, isto se torna um obstáculo a ser superado, o que reflete em novas inversões que podem gerar novos desequilíbrios. Os conceitos de ligação para frente e para trás podem auxiliar na descoberta de setores chave<sup>1</sup>, os quais apresentam fortes encadeamentos para frente (ótica da compra) e para trás (ótica da venda), dada a integração dos setores na cadeia produtiva (HIRSCHMAN, 1961). Como exemplo desses conceitos, as ligações para frente são as vendas de serviços de transporte ferroviário de carga por uma determinada empresa *i* ao restante dos setores de uma economia, enquanto as ligações para trás são as compras de uma determinada empresa ferroviária de carga *j* das atividades econômicas remanescentes.

O autor divide as atividades produtivas em duas categorias principais, as Atividades Diretamente Produtivas (ADP) e o Capital Fixo Social (CFS). O CFS são bens e serviços essenciais para as ADP, infraestruturas fiscais e institucionais como as redes de transporte, comunicação e energia, escolas e hospitais, sendo essenciais para a superação dos desequilíbrios entre oferta e demanda, na medida em que cria condições favoráveis para as atividades produtivas (HIRSCHMAN, 1961). Sem a infraestrutura adequada, os custos de transporte de cargas e logística podem ser muito elevados, tornando a produção cara e pouco competitiva, por exemplo.

O desenvolvimento desigual no espaço e entre indústrias também é observado na teoria dos Polos de Crescimento de Perroux (1970), em que o crescimento econômico não acontece de maneira homogênea no espaço, mas por meio de pontos heterogêneos distribuídos pela região, com intensidade e efeitos finais variáveis sobre toda economia. O autor identifica o papel das atividades que aumentam vendas e compras de outras atividades, chamadas de Indústrias Motrizes, as quais após longos períodos, possibilitariam novas invenções e originariam novas

---

<sup>1</sup> Apesar de diferentes sugestões de determinação de um setor-chave. A ideia principal é determinar as atividades com capacidade de potencializar o crescimento econômico.

indústrias, considera-se um cenário em que as firmas não são interligadas apenas pelos preços, e sim pelo volume produzido e a demanda de insumos entre as empresas, gerando um efeito induzido nos lucros de cada uma.

Entre diversos conceitos sobre indústria-chave, na definição de Perroux significa a indústria que, ao aumentar seu volume de produção, aumentaria o produto agregado mais que proporcionalmente em relação ao próprio, e adiciona que, *ceteris paribus*, indústrias que produzem complementares múltiplos como matéria-prima, energia e transporte de cargas tendem a figurar como chave.

Um estudo de Rostow (1956) constata que as ferrovias desempenharam um papel fundamental na transformação econômica vivida pelo Ocidente a partir da metade do século XIX. As profundas mudanças estruturais advindas da Revolução Industrial exigiram capacidade de transporte de grandes volumes de passageiros e carga, tornando o transporte ferroviário o meio de transporte terrestre mais importante, passando a dominar a economia e sustentar a taxa média de crescimento, além de integrar mercados e reduzir custos de transferência.

## **2.2 Transporte ferroviário de carga**

A crescente demanda por um transporte rápido e eficiente de mercadorias para o abastecimento dos mercados consumidores impulsionou George Stephenson (1781-1848), engenheiro civil inglês, a receber o apoio privado para sua notável criação da primeira locomotiva em 1814, marcando o início da era das ferrovias. Stephenson foi um dos pioneiros na construção das locomotivas que revolucionaram o transporte ferroviário. A primeira ferrovia pública foi inaugurada em 1825 na Inglaterra, conectando as cidades de Stockton e Darlington. A locomotiva "*Locomotion*", construída por Stephenson, foi a responsável por dar tração aos vagões, que atingiam uma velocidade média de 20 quilômetros por hora num percurso de 15 quilômetros (DNIT, 2016).

Um tempo depois, o engenheiro fundou a primeira fábrica de locomotivas do mundo, considerado o inventor da locomotiva a vapor e da primeira estrada de ferro. Na segunda metade

do século XIX, a invenção de Stephenson começou a se espalhar pela Europa e América do Norte. Já existiam cerca de 3.000 quilômetros de ferrovias no Velho Continente e 5.000 nos Estados Unidos (DNIT, 2016). A segunda fase da revolução industrial, no século XIX, foi marcada pelo surgimento de sistemas ferroviários que permitiram um transporte interno mais eficiente e flexível. O que trouxe diversas oportunidades econômicas e sociais, como atividades de extração de recursos naturais, o povoamento de regiões até então inexploradas e um aumento na mobilidade de pessoas e bens (RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2020). Entre os anos 1789-1914, países europeus puderam minimizar os custos de transporte onde os insumos eram proibitivamente caros por hidrovias e rodovias. A França, por exemplo, que partiu de um nível de 10%, em 1830, aumentou a participação das ferrovias no transporte de carga para 30% em fins do século (O'BRIEN, 1983).

Quanto à infraestrutura do transporte ferroviário, esta é composta por custos fixos altos e custos irrecuperáveis, o que demanda um grande volume de investimentos. Despesas com terraplanagem, fundação, dormentes e trilhos, por exemplo, podem ser consideradas como custos irrecuperáveis. Vagões e locomotivas representam custos fixos relevantes. No entanto, o período de renovação destas inversões é grande, cerca de 10 e 12 anos para vagões e trilhos, e aproximadamente 40 anos para as despesas irrecuperáveis (CNT, 2013). Apesar dos custos de construção e manutenção de linhas férreas, esse meio de transporte apresenta diversas vantagens. Entre elas, destacam-se a capacidade de carga elevada, o preço de frete relativamente baixo e o consumo energético reduzido (RODRIGUES, 2014).

A ideia do transporte ferroviário como um serviço público ou social, independentemente de sua rentabilidade, é uma característica que vem de razões históricas e organizacionais, tornando-se crucial ao influenciar a organização e o desempenho do setor ferroviário em todo o mundo durante o século XX (WORLD BANK, 1999). Na segunda metade desse século, o modelo mais frequente do setor ferroviário em muitos países foi a existência de uma única empresa estatal, responsável pela administração conjunta da infraestrutura e dos serviços ferroviários. Em geral, foi aceito que o poder de monopólio da empresa nacional exigia regulamentação de preços e serviços para proteger o interesse geral. No entanto, a concorrência era rara e por vezes desencorajada. A preservação do caráter nacional da indústria era considerada o fator chave que governava a regulamentação geral (WORLD BANK, 1999).

Os corredores logísticos ferroviários combinam uma variedade de fluxos e infraestruturas, que se vinculam com movimentos econômicos, tecnológicos e de infraestrutura. Relacionados ao desenvolvimento urbano, os corredores logísticos são criados para conectar cidades ao longo de um eixo, permitindo relações de comércio mais eficazes (RODRIGUE, 2020). Tal como em BostWash (Boston - Washington) ou Tokaido (Tóquio - Osaka), que compartilham dessa característica comercial. O desenvolvimento de ferrovias de alta velocidade ao redor do mundo ocorre nos principais corredores urbanos, reforçando a estrutura regional existente (RODRIGUE, 2020). Em países de grande extensão territorial, a exemplo do Canadá, da Austrália e dos EUA, a participação aproximada do modal ferroviário na matriz de transportes é de 50% (BNDES, 2017).

### 2.3 Concessões Ferroviárias no mundo

Ao final dos anos 1960, os EUA passaram por uma transição sobre a regulação do setor ferroviário, que até então se mostrava altamente regulado e oneroso, posteriormente tornando-se mais competitivo nas décadas seguintes (CNT, 2013). Em 1980, o *Staggers Rail Act* deu maior liberdade para a fixação de preços de frete e aumentou a entrada de empresas privadas no setor, melhorou a concorrência e separou serviços operacionais e construção. Consequentemente, hoje as empresas ferroviárias americanas de frete são autofinanciadas (CNT, 2013). Ademais, foco em malhas mais lucrativas, melhores condições de utilização de linhas menos rentáveis e num modal ferroviário mais competitivo foram as principais mudanças decorrentes do *Staggers Act* (BCG, 2020).

Já na Alemanha ocidental, por exemplo, após uma década de tentativas sucessivas de vender a *Deutsche Bundesbahn*, a ferrovia estatal alemã, em 1980 o governo federal criou uma comissão independente para o processo de reforma regulamentar, com intuito de aumentar a parcela de mercado de suas ferrovias, para isso utilizaram-se de experiências de reforma como na Suécia, Japão, Áustria, Suíça e Países Baixos. Posteriormente com a unificação da Alemanha ocidental e oriental, tal processo foi facilitado por haver uma confluência de interesses entre os países, dado o requisito político de integrar a ferrovia oriental, *Reichsbahn*, que se encontrava falida financeiramente e operacionalmente. O resultado foi a separação das rotas regionais e nacionais de carga passageiros e a criação de cinco empresas controladas pela *Deutsche Bahn AG*, financiada totalmente pelo Estado (LODGE, 2003).

No México, o sistema ferroviário foi dividido em três partes principais e uma empresa de terminais que atende à área da Capital Federal, que será de propriedade conjunta das três concessionárias. A concessão do nordeste, que se conecta aos Estados Unidos em Nuevo Laredo, foi vendida primeiro por cerca de US\$ 1,4 bilhão a um consórcio México-EUA liderado por uma grande empresa de transporte mexicana (grupo TMM) e uma ferrovia regional dos EUA (a Kansas City Southern). A concessão do noroeste (Pacífico Norte) foi recentemente vendida por US\$ 524 milhões a um consórcio de interesses industriais mexicanos e à *Union Pacific Railroad* dos Estados Unidos. O governo planeja comercializar a concessão do sudeste em breve, juntamente com uma série de linhas curtas que, como as dos Estados Unidos, parecem ter mais valor como operações independentes (WORLD BANK, 1997).

O governo argentino fundamentou sua estratégia de concessão em cinco princípios essenciais: reconheceu a insustentabilidade do déficit ferroviário, a inviabilidade da ferrovia federal como uma empresa monolítica, a viabilidade provável de alguns serviços de frete, a importância crucial dos serviços suburbanos de passageiros de Buenos Aires para o desenvolvimento da cidade e a necessidade de melhorar a eficiência operacional, especialmente em relação aos níveis de pessoal. As concessões de transporte de carga alcançaram melhorias significativas em seu desempenho: houve uma inversão nas tendências do tráfego, um aumento na produtividade do trabalho quatro vezes maior, melhorias na qualidade do serviço, reduções nos preços e uma redução no déficit público de cerca de US\$ 600 milhões por ano (equivalente a cerca de 0,5% do PIB) (WORLD BANK, 1997).

## **2.4 Ferrovias de carga no Brasil**

No período pré-concessão das ferrovias de carga brasileiras, antecedente ao marco regulatório das concessões de 1996, a Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA)<sup>2</sup> encontrava-se endividada e com baixos níveis de produtividade, e dadas a crise do petróleo da década de 1980, a queda na demanda externa por bens primários e as políticas de empréstimo dos bancos internacionais, as ferrovias tornaram-se ainda mais onerosas à administração pública (ITF, 2002). Os anos 1996, 1997 e 1998 foram marcados pelo fim das operações das Rede Ferroviária Federal SA e FEPASA, em que as operações das 7 malhas regionais da foram leiloadas. Esse processo

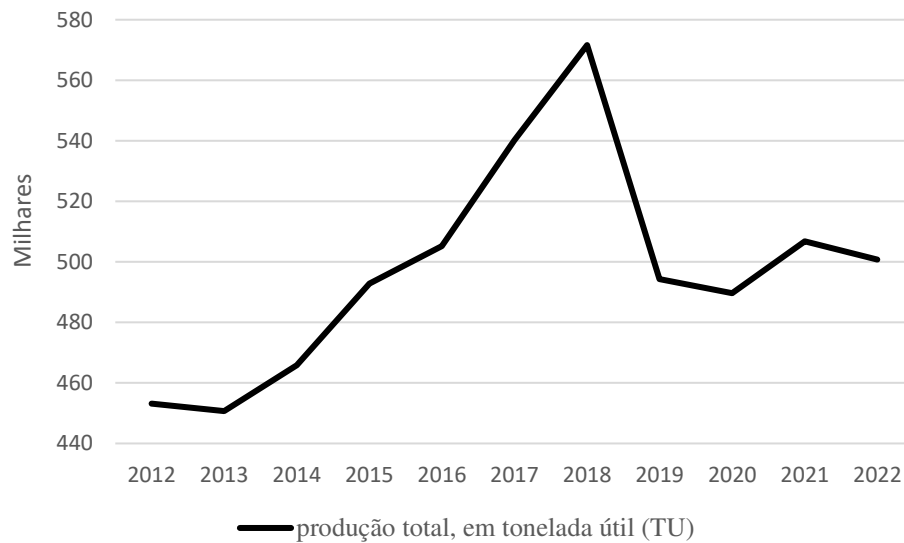
---

<sup>2</sup> Operadora estatal responsável pelo conjunto de 6 malhas regionais: Nordeste, Centro-Leste, Sudeste, Tereza-Cristina, Sul e Oeste.

ocorreu em função da inclusão da rede nacional de ferrovias no Programa Nacional de Desestatização (PND) de 1990.

Além do setor ferroviário de carga, o PND contemplou outros setores nos quais o Estado atuava diretamente, como os de energia e telecomunicações. As razões dessa série de privatizações são explicadas pela ineficiência das empresas públicas, que até então apresentavam déficits financeiros e baixa qualidade nos serviços e da queda de capacidade do Estado para a ampliação dos serviços e melhoria tecnológica, decorrente da necessidade de recursos para abater a dívida estatal e da mudança no quadro tecnológico e financeiro internacional. A partir do Decreto nº 473/92 de 1992, iniciou-se o processo de desestatização das malhas regionais da RFFSA, que perdurou até 1998, originando sete malhas regionais administradas por doze concessionárias. Essas concessionárias são: América Latina Logística (ALL) - Malha Norte, ALL - Malha Oeste, ALL - Malha Paulista, ALL - Malha Sul, Estrada de Ferro Carajás, Estrada de Ferro Vitória a Minas, Ferrovia Centro Atlântica, Ferrovia Norte Sul, Estrada de Ferro Paraná Oeste, Ferrovia Teresa Cristina, MRS Logística S.A. e Ferrovia Transnordestina Logística.

Dos contratos de concessão, cada malha foi leiloada e as concessionárias arcaram com obrigações de aumento da produção anual das ferrovias, redução do número de acidentes (com metas quinquenais), prestação de serviço adequado sem discriminação dos usuários, garantir tráfego mútuo ou, no caso de impossibilidade, permitir o direito de passagem a outros operadores (CNT, 2013). Sob operação privada, entre 1996 e meados de 2012, o investimento acumulado das empresas foi de 30,33 bilhões de reais, enquanto a União investiu aproximadamente 4,6% do total deste total (ANTF, 2012). O Gráfico 1 apresenta a evolução da produção total do transporte ferroviário de cargas (TFC) no Brasil, medida em milhares de toneladas úteis (TU) nos últimos 10 anos completos (2012- 2022).

**GRÁFICO 1 - Produção total do transporte ferroviário de cargas**

Fonte: elaboração própria a partir dos dados SAFF/SIADE.

As informações são do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) e do Sistema de Acompanhamento do Desempenho Operacional das Concessionárias (SIADE). Note que após um período de relativa estabilidade entre 2012 e 2013, houve significativo aumento de produção, com crescimento de aproximadamente 27% ao comparar os níveis de 2018 e 2013. Tal incremento foi impulsionado principalmente pela atividade de minério de ferro, que neste período teve aumento de cerca de 29% no volume transportado.

De acordo com o Anuário estatístico do setor ferroviário (ANTT, 2023), em 2022, apenas quatro das treze empresas concessionárias foram responsáveis por todo o transporte de minério de ferro pelas ferrovias brasileiras: Estrada de Ferro Carajás S.A. (EFC - Vale); Estrada de Ferro Vitória a Minas S.A. (EFVM - Vale); Ferrovia Centro-Atlântica S.A. (FCA - VLI); MRS Logística S.A. (MRS) e Rumo Malha Oeste S.A. (RMO - ALL). Em 2022, a EFC foi a maior transportadora de minério de ferro, responsável por aproximadamente 48% do volume total do setor. Enquanto MRS e EFVM transportaram 29% e 20% do produto, respectivamente.

Contêineres embora representem uma parcela muito pequena na estrutura do TFC, apresentou um crescimento progressivo em seu volume durante todo o período analisado. Com aumento acumulado de aproximadamente 134% em toneladas úteis (TU), entre 2012 e 2022. Em contrapartida, no ano de 2019, a atividade de mineração foi impactada negativamente devido à



ruptura da barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho. Isso resultou em uma queda no volume geral transportado, que permaneceu abaixo do nível de 2018, com uma redução de aproximadamente 19% no transporte de minério de ferro em TU. No entanto, mesmo com esse revés, ao considerar os 10 anos, encerrou com um aumento acumulado de cerca de 20%.

O Plano Nacional de Logística (PNL), instituído em 2021, projeta que a participação do TFC na matriz de transportes nacional aumente para 43% até 2035. Caso a meta seja atingida, permitirá maior integração das ferrovias de carga com outros modais e, por conseguinte, reduzirá o transporte rodoviário de longa distância, podendo gerar impactos positivos ao meio ambiente (ABDIB, 2023). Ademais, em 2022 houve destaque para a assinatura de contratos de prorrogação antecipada das concessões das ferrovias Rumo Malha Paulista (RMP - ALL), Estradas de Ferro Vitória-Minas (EFVM) e Carajás (EFC).

Outras ferrovias também garantiram a prorrogação das concessões de operação, como a MRS Logística, Ferrovia Centro Atlântica (FCA), Rumo Malha Sul (RMS) e Ferrovia Tereza Cristina, localizada em Santa Catarina (ABDIB, 2023). Os contratos foram renovados por mais 30 anos de operação, e os investimentos previstos nas malhas ferroviárias poderão impulsionar o crescimento de outros setores da indústria e de toda a economia. A estimativa é que os investimentos decorrentes das prorrogações das concessões resultem em um aumento de R\$13,5 bilhões na demanda por produtos dos setores de metalurgia, máquinas e equipamentos, eletrônicos, comunicações e construção (ANTF, 2023).

Outro fato notável para o TFC aconteceu em 2022, a regulamentação da Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021, a chamada Lei das Ferrovias e a instituição do Programa de Desenvolvimento Ferroviário. Essa medida estabelece critérios para que a iniciativa privada possa participar de empreendimentos ferroviários com recursos próprios, por meio do regime de autorizações. O decreto trata da organização do transporte ferroviário e do uso da infraestrutura ferroviária no Brasil e tem o objetivo de criar oportunidades de investimento. Estabeleceram-se novos processos administrativos para solicitar autorização para explorar ferrovias e para o público interessado na exploração indireta de ferrovias federais não implantadas ou em processo de devolução ou desativação (Decreto nº 11.245, de 21 de outubro de 2022). Espera-se que a disponibilidade operacional das ferrovias brasileiras seja aumentada

e que a malha ferroviária federal seja expandida significativamente. O que ajudará a impulsionar o crescimento econômico e a criar empregos (BRASIL, 2022).

## 2.5 Referencial empírico

Existem alguns estudos aplicados que versam de forma direta e indireta a relação entre transporte ferroviário de carga e sistema produtivo. Por exemplo, de acordo com um estudo de Shirov *et al* (2021) sobre as ferrovias russas, um sistema de previsão para calcular a demanda de transporte ferroviário de carga inter-regional é essencial para avaliar as oportunidades de crescimento e desenvolvimento da infraestrutura de transporte, a conectividade entre regiões e o desenvolvimento espacial. O trabalho analisa a economia regional e as relações inter-regionais baseadas no sistema existente de transporte ferroviário de carga. Os dados brutos utilizados incluíram diversas estatísticas Estadual, de agências internacionais e dados da *JSC Russian Railways* (estatal russa). Os autores empregaram um modelo estático de insumo produto (IP) e de métodos de análise de correlação e regressão. O fluxo de transporte ferroviário de carga foi projetado para dois cenários de crescimento macroeconômico. O cenário base leva uma hipótese de estagnação econômica em 1%. O cenário-alvo representa um crescimento econômico médio anual de 102,2% (de 2015 a 2035), mostrando um aumento de 16,2% no tráfego ferroviário de carga até o fim do período considerado, sendo impulsionado principalmente pelo transporte doméstico de commodities de construção, e pelo transporte de exportação de cargas de energia. Empresas dos Distritos Federais Central, Noroeste, Volga e Siberiano contribuiriam para o aumento da produção do setor.

Na Coreia do Sul, após um anúncio de aumento de até 15% nas tarifas de frete ferroviário anunciados pela estatal *Korail*, Lee e Kim (2018) analisaram os possíveis efeitos da política utilizando um modelo de insumo produto (IP) com preços multirregionais e um modelo de regressão múltipla. O trabalho analisou especificamente três impactos: (i) nas economias regionais, (ii) na escolha modal de transporte e (iii) nas emissões de CO<sub>2</sub>. Os resultados indicam que não há um equilíbrio entre a qualidade ambiental e a eficiência econômica no caso da *Korail*. Em outras palavras, essa política resultaria em uma situação de perda para as economias regionais e para o meio ambiente, em vez de uma situação de ganho para ambos, teve perda de aproximadamente 5.6 milhões de dólares (0,5%), em que o setor de equipamentos de transporte representou a maior parcela dessa diminuição.

Em Betarelli, Bastos e Perobelli (2011) foi analisada a relação entre a estrutura produtiva e os modais de transporte nas exportações brasileiras para diferentes destinos. Utilizando a Matriz de Insumo Produto de 2005, foram realizados cálculos dos coeficientes de requerimento, índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, estatísticas de variabilidade e campo de influência. Os resultados revelaram que o modal ferroviário apresentou fortes conexões tanto para frente quanto para trás, abrangendo vários setores no sistema produtivo. As exportações para o Aladi e Mercosul são condicionadas pela oferta de transporte ferroviário, enquanto a interdependência rodoviária é distribuída de maneira equilibrada. O transporte marítimo é fundamental nas exportações para China, Nafta e União Europeia, com destaque para o minério de ferro como importante demanda em todos os modais ao ser exportado para a China.

Outro estudo de Marchetti e Wanke (2020) investigou o desempenho excepcional do sistema ferroviário brasileiro por meio de um novo modelo híbrido que inova ao combinar a Técnica de Preferência por Ordem de Similaridade com a Solução Ideal (TOPSIS) com um algoritmo genético para estimar os pesos das variáveis em cenários otimizados. Em uma segunda etapa, foi avaliada a importância das variáveis selecionadas utilizando um modelo *Tobit* para analisar a importância estatística das variáveis contextuais selecionadas em cada cenário. Evidenciando que o transporte de qualquer tipo de carga, o controle centralizado das operações e a diversificação dos serviços são fatores significativos para um desempenho elevado das concessionárias. Compara-se a proporção de trechos ferroviários existentes entre os cenários de baixo e alto desempenho, de acordo com os quartis estabelecidos. Os resultados sugerem que há uma diferença significativa entre os cenários, especialmente nos de baixo desempenho. A hipótese nula (mesma proporção) não foi rejeitada para as concessionárias Transnordestina Logística S.A. (FTL) e Rumo Malha Oeste (RMO) do quartil 10. Já em relação ao quartil 90, a hipótese básica não foi rejeitada para cinco concessionárias (EFC, FNSTN, FTC, RMN e RMO)<sup>3</sup>.

Keser (2015), em um trabalho sobre o Corredor de Transporte Europa-Cáucaso-Ásia (TRACECA), conhecido como a Nova Rota da Seda, objetivou revelar os efeitos do corredor no potencial econômico e no desenvolvimento regional da Turquia. O TRACECA trata-se de um projeto que visa realizar atividades de transporte de forma mais econômica e sem

---

<sup>3</sup> EFC - Estrada de Ferro Carajás. FNSTN - Ferrovia Norte Sul Tramo Norte, FTC - Ferrovia Tereza Cristina, RMN - Rumo Malha Norte, RMO - Rumo Malha Oeste.

interrupções na região da Eurásia. E a Turquia desempenha um papel fundamental no corredor de transporte multimodal devido à sua localização geográfica estratégica, oferecendo oportunidades significativas. Ao analisar os indicadores econômicos após 1998, quando a Turquia ingressou no corredor TRACECA, destacam-se relevantes mudanças econômicas em virtude da conclusão dos projetos de infraestrutura planejados, como os aumentos das exportações, do interesse do capital estrangeiro na região e a demanda na indústria manufatureira. Além disso, houve significativos aumentos no transporte de passageiros e nas atividades turísticas, além da contribuição da renda do turismo para a economia nacional.

### 3 METODOLOGIA

O capítulo investiga a estrutura do modelo insumo-produto (IP) na primeira seção (5.1). Enquanto seção seguinte discute a técnica de extração hipotética (5.2).

#### 3.1 Modelo insumo-produto

Considere a estrutura fundamental do modelo de insumo-produto de Wassily Leontief (MILLER e BLAIR, 2009), com uma economia e  $n$  setores de atividade que apresentam retornos constantes de escala. Os coeficientes de insumo-produto são fixos, ou seja, uma expansão de uma unidade na demanda final de um setor  $j$  sempre transmitirá o mesmo efeito na estrutura produtiva, no que tange a compra de insumos do setor  $i$  e suas vendas intra e intersetoriais.

O modelo básico dos métodos de insumo produto é dado por:

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

em que  $x$  é o vetor coluna da produção total bruta dos  $n$  setores da economia.  $A$  é a matriz de coeficientes técnicos e  $f$  é vetor coluna da produção total bruta destinada à demanda final. Ao colocar a equação acima em função de  $x$ :

$$x = (I - A)^{-1}f \therefore x = Bf \tag{2}$$

A matriz  $B$ , conhecida como inversa de *Leontief* permite obter os efeitos da extração hipotética das compras de determinado setor sobre a produção de diferentes setores da economia (encadeamentos para trás).

A abordagem de *Ghosh* na análise de insumo produto, também chamada de modelo de oferta induzida, possibilita a análise das relações entre atividades pela ótica das vendas (encadeamentos para frente). O modelo de oferta supõe que a oferta inicial de insumos por setor ( $v'$ ) é externa (RODRIGUES e GUILHOTO, 2007). Qualquer variação nessa oferta provoca

mudanças nos insumos totais por setor ( $x'$ ) através do coeficiente técnico pelo lado da oferta ( $AG$ ).  $G$  é a matriz inversa de  $Ghosh$ :

$$x' = v'(I - AG)^{-1} \therefore x' = v'G \quad (3)$$

### 3.2 Técnica da Extração Hipotética

O método de extração hipotética objetiva analisar o quão dependente é a estrutura produtiva de uma economia em relação a um setor específico. Este trabalho segue o procedimento de Miller e Blair (2009), porém, como complementar aos índices de Hirschman (1958), essa abordagem no modelo de insumo-produto foi introduzida por Dietzenbacher, Linden e Steenge (1993) num estudo sobre as interdependências setoriais na União Europeia dos anos 1970 e 1980, baseado na ideia pioneira de Paelinck, de Caevel e Degueldre (1965) e Strassert (1968).

Considere uma economia com  $n$  setores, ao extrair a linha de determinado setor  $i$  é possível verificar a dependência da estrutura econômica em relação à oferta deste setor (efeitos para frente). Ao extrair a coluna, identificamos sua importância pela ótica da demanda (efeitos para trás). Na prática, ao invés de extrair linhas e colunas, todos seus elementos são trocados por zeros.

No modelo de produção de *Leontief* a estrutura da simulação a matriz  $A$  é representada  $A_{(j)}$ , indicando a extração de determinada coluna (PEROBELLI *et al.*, 2015). Nesse caso, a nova economia será igual a:

$$x_{(j)} = (I - A_{(j)})^{-1}f \quad (4)$$

Enquanto  $x_{(j)}$  é a produção total da economia sem a demanda intermediária do setor  $j$ . Dessa forma, o impacto total da extração das ligações para trás do setor  $j$  na economia será:

$$T_j = \mathbf{i}'\mathbf{x} - \mathbf{i}'x_{(j)} \quad (5)$$

A variação pode ser medida em percentual ao dividir este impacto ( $T_j$ ) pelo VBP inicial ( $\mathbf{i}'\mathbf{x}$ ) e multiplicar por 100. Esta é uma estimativa da perda do produto bruto total pela extração hipotética de  $j$ . A nível setorial:

$$t_j = \mathbf{x}_i - x_{i(j)} \quad (6)$$

A expressão fornece o impacto total para cada setor  $i$ , o termo  $x_{i(j)}$  é o VBP do setor  $i$  após a extração do setor  $j$ . De maneira análoga a variação percentual setorial é obtida pela divisão de  $t_j$  pelo VBP inicial do setor  $i$  ( $\mathbf{x}_i$ ).

Para a extração da linha, utiliza-se o modelo de oferta induzida de *Ghosh*:

$$x_i' = v'(I - AG_{(i)})^{-1} \quad (7)$$

O termo  $AG_{(i)}$  é a matriz de coeficientes do modelo de oferta induzida após a extração da linha  $i$ , ou seja, sem o fluxo de vendas da atividade  $i$ . As expressões abaixo calculam o impacto da extração das ligações para frente, total ( $S_i$ ) e por setor ( $s_i$ ):

$$S_i = \mathbf{x}'\mathbf{i} - [\mathbf{x}'_{(i)}]\mathbf{i} \quad (8)$$

$$s_i = \mathbf{x}'_j - \mathbf{x}'_{j(i)} \quad (9)$$

### 3.3 Base de dados

Utiliza-se como fonte primária de dados a matriz de insumo-produto (IP) do Brasil para o ano de 2015. Em sua forma original sua estrutura é composta por 136 produtos e 67 setores. As margens de transporte na matriz são discriminadas em: Transporte terrestre de passageiros (49002); Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes (52801) e Transporte Terrestre de Carga (49001). No entanto, este estudo utiliza a matriz estimada por Betarelli *et al.* (2017), na qual o setor 49001 foi desagregado em 3 modais: Transporte Ferroviário de Carga (TFC), Transporte Rodoviário de Carga e Transporte Dutoviário. Esta matriz preserva todos os valores oficiais da matriz IP 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A partir desta matriz este trabalho procede com desagregação do TFC em 12 empresas concessionárias. Para tanto utilizam-se estatísticas secundárias da Agência Nacional dos Transportes Terrestres (ANTT) e da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) (IBGE, 2017). Conforme o procedimento de Betarelli *et al.* (2017), primeiramente estima-se estrutura de receita por produto de cada concessionária, a qual se baseia no custo de frete ferroviário, que é feito multiplicando a distância percorrida, em quilômetros, pela tarifa de referência de cada produto, em termos de peso, volume ou unidade de contêiner (R\$/tonelada, R\$/m<sup>3</sup> ou R\$/contêiner) (CNT, 2007).

De posse da estimativa de receita por produto de cada concessionária, com 12 concessionárias ferroviárias de carga e 136 produtos, conforme a classificação das atividades econômicas na MIP 2015, este foi o ponto de partida para o isolamento das margens de cada empresa de TFC do restante da economia, permitindo quantificar e analisar relativamente essas empresas, por meio da abordagem de extração hipotética modelo insumo produto. Após todas as adequações, a matriz final (147 x 67), reconhece os vetores de margens das operadoras de transporte ferroviário de carga: (1) EFC; (2) EFPO; (3) EFVM; (4) FCA; (5) FNSTN; (6) FTC; (7) FTL; (8) MRS; (9) RMN; (10) RMO; (11) RMP; (12) RMS.

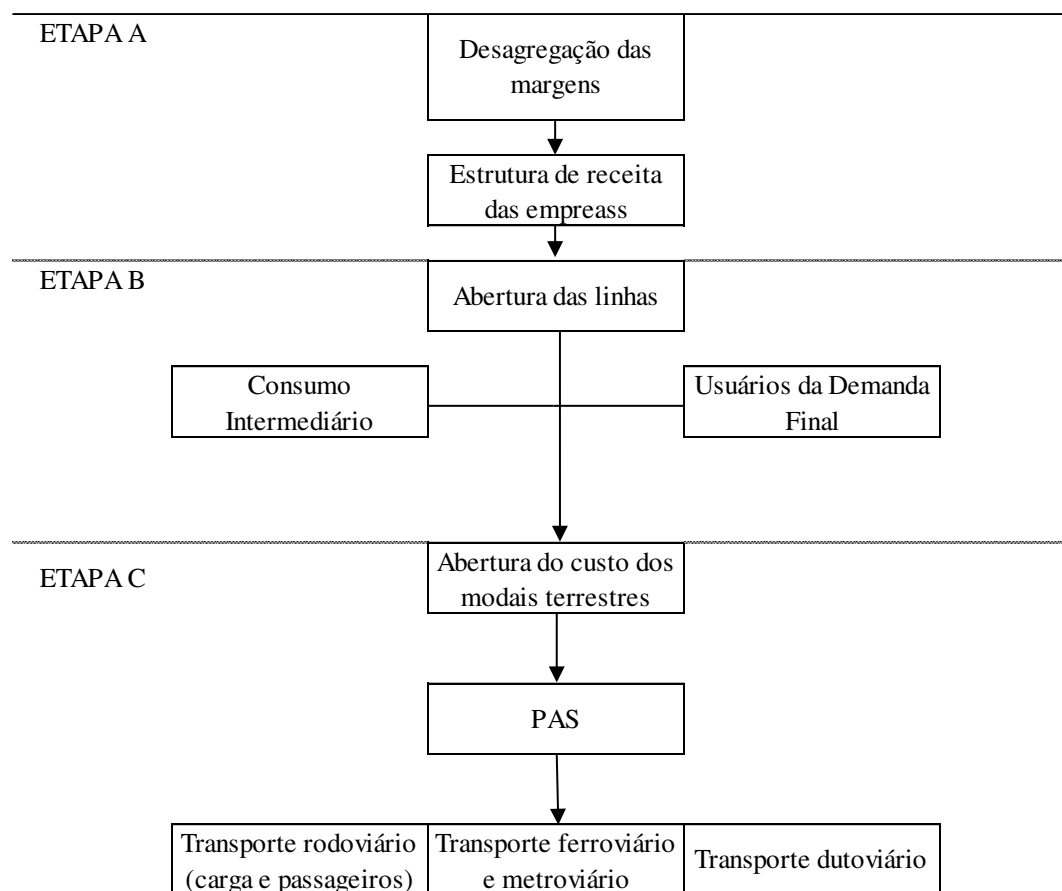
Essas etapas aconteceram durante as atividades do projeto: Efeitos econômicos da renovação dos contratos de concessão das empresas ferroviárias no sistema produtivo mineiro. Processo: APQ-02343-22. O projeto de iniciação científica, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), foi realizado em conjunto com o grupo de



pesquisa LATES - Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais da faculdade de economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

A Figura 1 ilustra as etapas de desagregação. A etapa A consiste em adequar a matriz de receita das empresas do setor ferroviário de cargas estimada ( $F_{12 \times 136}$ ), para reconhecer os produtos de carga geral e contêineres.

**FIGURA 1 - Processo de abertura do modal ferroviário de carga na matriz IP**



Fonte: Elaboração própria.

Na etapa B, estima-se a matriz  $R_{12 \times 67}$  (ferrovia-setor) conforme a classificação das atividades econômicas da Matriz Insumo Produto (IP) de 2015 (IBGE). A demanda final envolve algumas aproximações para a estrutura de receita em relação à: consumo das famílias e formação bruta de capital fixo (FBKF). Por fim, na última etapa (C), com base na estrutura de custos dos modais de transporte terrestre da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) (IBGE, 2015) desagregam-se, pela ótica das colunas (compras), o consumo intermediário para os seguintes

transportes terrestres: (i) transporte rodoviário (carga e passageiros), (ii) transporte ferroviário e metroviário e (iii) transporte dutoviário.

### **3.4 MIP 2015**

A base da elaboração da matriz insumo-produto pelo IBGE, são as Tabelas de Recursos e Usos (TRU), um conjunto de tabelas, valoradas a preços de consumidor, que apresentam as contas de oferta e demanda de bens e serviços, produção e geração de renda, por atividade econômica, seu intuito é divulgar dados sobre a cadeia produtiva brasileira, e a composição setorial da renda entre os agentes (remunerações, lucros e impostos). Todavia, uma série de modificações são necessárias até que as TRU sejam unificadas ao restante das Contas Nacionais a fim de adequar o modelo de insumo-produto para o cálculo dos coeficientes técnicos, tais alterações são essenciais em virtude de que as TRU não distinguem os produtos entre origem nacional e importada, além de incorporar margens e impostos no produto bruto total (preços de consumidor), o que pode tornar os coeficientes de insumos calculados negativos e/ou inconsistentes com a tecnologia de produção dos setores (IBGE, 2018). O modelo de insumo-produto é constituído pelo fluxo de bens entre as atividades econômicas de uma determinada região, a estrutura desse comércio interindustrial evidencia a composição de insumos de cada setor de atividade considerado (GUILHOTO, 2004).

#### **3.4.1 Anuário Estatístico do Setor Ferroviário**

Os dados enviados pelas empresas ferroviárias de carga por meio do SAFF são publicados pelo Anuário Estatístico do Setor Ferroviário da Agência Nacional dos Transportes (ANTT) e visam divulgar ao público um conjunto de informações sobre os serviços públicos de transporte ferroviário de cargas e a exploração da infraestrutura regulada e fiscalizada pela ANTT. Além de tabelas resumo com dados básicos de todas as concessionárias e informações de desempenho comparativo das empresas em relação às metas anuais, apresenta uma tabela com a relação detalhada de fluxos de transporte mensais, que são atualizados mensalmente.

Alguns produtos da tabela de fluxo de carga do Anuário Ferroviário (ANTT, 2023), referentes ao ano 2015, não são diretamente identificados, os quais fazem parte dos perfis carga geral e contêineres: (i) Contêiner Cheio de 20 Pés; (ii) Contêiner Cheio de 40 Pés. Por esses perfis de carga efetuarem transbordo em portos, pôde-se identificar as mercadorias, seus respectivos volumes, e as ferrovias que efetuaram o transbordo, em relação ao ano de 2015, informados no

Estatístico Aquaviário, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2023), o que permitiu enriquecer os detalhes da estrutura de receita do setor ferroviário de carga, ao discriminar os produtos de carga geral e contêineres. Os contêineres vazios foram desconsiderados.

No ano de 2015, as operadoras mais demandadas para o transporte de carga geral e contêineres, foram a RMN (29%) e RMS (28%) em relação ao volume total destes perfis. Há uma grande diversidade de produtos nesses perfis de carga, de acordo com a Tabela 6 do Anexo, é possível observar que os três mais expressivos são: Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço; Celulose; Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos; representando, respectivamente 21%, 11% e 7%.

### 3.4.2 Abertura das margens de transporte - Ótica das vendas

Para decompor o fluxo intermediário do serviço das empresas ferroviárias de carga, a matriz transposta de  $F$  ( $F'_{136 \times 12}$ ) é pré-multiplicada pela matriz de *market-share* ( $S_{136 \times 67}$ ):

$$R_{12 \times 67} = SF' \quad (17)$$

A matriz  $R$  contém as margens intermediárias das concessionárias de transporte ferroviário de carga (TFC) no consumo dos setores. Esta é a estrutura de demanda intermediária dos setores industriais pelos serviços das empresas ferroviárias de carga, ou o consumo dos serviços de TFC pelos 67 setores. As estimativas preservam os valores iniciais da matriz insumo produto do IBGE e a estrutura do custo de frete ferroviário (ANTT).

A abertura das margens em relação aos componentes da demanda final das empresas ferroviárias de carga, ocorreu para: (i) Consumo das famílias; (ii) Formação bruta de capital fixo (FBKF) e (iii) Exportações. Nos demais componentes (i.e. gastos do governo, consumo das Instituições sem fins de lucro a serviços das famílias; e variações de estoque) não houve necessidade de desagregação, pois não apresentaram valores positivos.

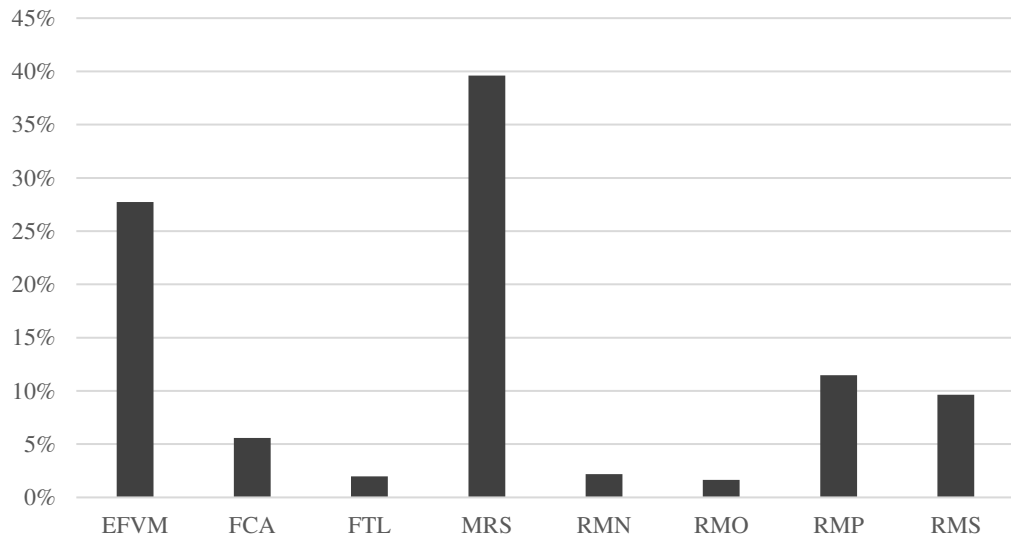
Não há discriminação entre os usuários da demanda final nos relatórios financeiros das concessionárias (ANTT, 2023), e as informações do fluxo ferroviário de cargas não permitem a identificação direta destes componentes. Por isso, para a abertura do vetor de consumo das famílias (i) utilizou como *proxy o share* de mercado das concessionárias na produção total bruta dos setores compradores. Como a quantia do TFC no vetor coluna de Consumo das Famílias é

relativamente pequena (cerca de 0,17% da demanda total), tal aproximação não prejudica a consistência da desagregação.

De forma semelhante à abertura do vetor (i), surgiram complicações relacionadas à disponibilidade de dados sobre as margens dos serviços ferroviários de carga no consumo do componente FBKF (ii). O que também envolveu aproximações. Perceba que, do total gerado de receita para as concessionárias em virtude do transporte de certas mercadorias, algumas delas se destinam ao componente final investimentos. Tais mercadorias foram identificadas na MIP e no fluxo de ferroviário cargas. Cada uma dessas commodities utilizadas pela conta investimentos foi correspondida no componente demanda final da MIP 2015 (consumo das famílias, investimentos, exportações), de modo a obter um vetor coluna de *shares* ( $v_{34 \times 1}^*$ ) com 34 mercadorias.

Acredita-se que essa estrutura seja adequada como *proxy* para a participação relativa dos produtos transportados por ferrovias no componente investimentos. O passo seguinte ponderar a submatriz ( $U_{34 \times 12}$ ) do Anuário Ferroviário, que contém apenas os produtos do fluxo ferroviário destinados à FBKF, pelo vetor de *shares* ( $v^*$ ). Chegando à contribuição de cada concessionária para a conta dos investimentos. Neste processo um vetor linha  $q_{1 \times 12}$  é formado pela soma acumulada das contribuições de cada empresa. Por fim, estas participações são distribuídas no montante de transações entre TFC e investimentos da MIP 2015 (BETARELLI et al., 2017).

Os valores estimados apontam que a empresa MRS foi a que mais contribuiu para a FBKF, com uma participação de aproximadamente 40% do total do setor, o que ocorre principalmente em razão do transporte de Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço (24912). As operadoras EFVM e RMP apresentaram uma contribuição de cerca de 28% e 11%, respectivamente. Estas três empresas em conjunto representam mais de 80% das contribuições do setor ferroviário de carga para uso dos investimentos. Os dados completos de contribuição de cada ferrovia são apresentados no Gráfico 2.

**GRÁFICO 2 - Percentual de contribuição para a FBKF**

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ANTT/IBGE (2015).

As empresas com contribuição aproximadamente nulas foram ocultadas. A Tabela 7, no Anexo, apresenta os produtos e concessionárias ferroviárias que contribuiriam para a FBKF. As maiores contribuições devem-se aos Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço (24912), os quais tiveram participação de cerca de 79% na amostra.

Por fim, a abertura do TFC para as Exportações (iii) contemplou apenas a Rumo Malha Sul (RMS). Segundo o Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), para o ano de 2015, a única concessionária que exportou foi a RMS. Dessa forma, o agregado de 77 milhões dos serviços de exportações do TFC foram atribuídos às margens da empresa RMS, única empresa exportadora do ano considerado.

### **3.4.3 Pesquisa Anual de Serviços (PAS)**

A Pesquisa Anual de Serviços (PAS) é realizada com o objetivo de descrever as características básicas do setor de serviços não financeiros no Brasil e suas transformações ao longo do tempo. Diferente de outras pesquisas anuais por empresas, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA), a Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) e a Pesquisa Anual de Comércio (PAC), a PAS abrange um conjunto diversificado de atividades econômicas conhecido como setor produtor de serviços, correspondendo a várias seções da Classificação Nacional de Atividades

Econômicas (CNAE 2.0). O Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), constantemente atualizado, é utilizado como referência para o universo das empresas nesta pesquisa.

A Pesquisa coleta dados sobre a economia e finanças que fornecem suporte ao Sistema de Contas Nacionais, auxiliando no cálculo do valor da produção, do consumo intermediário e da composição do valor adicionado. Além disso, a PAS também contribui para estimativas do excedente operacional, da formação de capital e do número de pessoas empregadas. A partir da Matriz de Insumo-Produto de 2010, foi implementado um método diferente para ajustar o valor dos serviços de transporte e seguro nos produtos importados, que antes era registrado nas importações das TRU como ajuste CIF-FOB (*Cost, Insurance and Freight - Free on Board*) (IBGE, 2018).

#### **3.4.4 Abertura do consumo intermediário dos modais de transporte terrestre**

Na ótica das colunas (setores de atividade), logramos aumentar o grau de detalhamento da MIP, ao desagregar as margens do vetor coluna Transporte Terrestre (4900) em 4 subsetores discriminados na PAS: (i) Transporte Ferroviário e Metroviário, (ii) Transporte Rodoviário de Passageiros, (iii) Transporte Rodoviário de Cargas, (iv) Transporte Dutoviário. As contas de consumo intermediário da PAS 2015 (Tabela 2649) foram correspondidas com os produtos da MIP. A Tabela 2649, apesar de mais resumida, foi escolhida pois o maior detalhamento não resultaria em uma melhor identificação da estrutura de custos, como aconteceria no caso das tabelas 2653, 2655 e 2656, que fornecem informações mais detalhadas da estrutura financeira. Os itens destas tabelas de gasto na PAS se enquadram em mais de uma categoria na MIP e o contrário também ocorre, o que dificultaria determinar corretamente a estrutura de custo.

Segundo a tabela consumo intermediário da MIP 2015, o setor Transporte terrestre (4900) consumiu 76 commodities diferentes. Foi possível corresponder estes produtos diretamente com as categorias da tabela 2649. A primeira coluna contempla o Transporte ferroviário de carga e metroviário de passageiros. Mesmo com essa característica, a escolha de abertura do transporte terrestre a partir da PAS é melhor do que alternativa de não desagregação. Já que permite identificar as diferenças entre a estrutura de custos com os transportes rodoviário de cargas (ii) e dutoviário (iii). A participação relativa de cada modal nas categorias de consumo intermediário foi utilizada para a distribuição dos valores da coluna da atividade 4900. A Tabela 1 apresenta a estrutura de consumo intermediário utilizada.

**TABELA 1 - Divisão modal do consumo intermediário**

<b>Categoria de consumo intermediário</b>	<b>Ferrovário e metroviário</b>	<b>Rodoviário de passageiros</b>	<b>Rodoviário de cargas</b>	<b>Dutoviário</b>	<b>Total</b>
Mercadorias, materiais de consumo e de reposição	1%	24%	74%	1%	100%
Combustíveis e lubrificantes	5%	32%	63%	0%	100%
Serviços prestados por terceiros	9%	10%	77%	5%	100%
Aluguéis de imóveis, veículos, máquinas e equipamentos	9%	28%	61%	2%	100%
Prêmios de seguros	3%	16%	79%	2%	100%
Serviços de comunicação	4%	18%	77%	1%	100%
Energia elétrica, gás, água e esgoto	36%	15%	33%	16%	100%
Outros custos e despesas operacionais	13%	17%	65%	5%	100%

Fonte: PAS e MIP (IBGE, ano base 2015).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método de extração hipotética tornou realizável verificar e quantificar a relevância de cada empresa ferroviária de carga nas atividades econômicas e no sistema produtivo brasileiro (e.g. variação do VBP), em outras palavras, mensurar a importância das concessionárias na economia brasileira. Dois tipos de extração foram realizados durante as simulações: extração da oferta de serviços de cada empresa, captando os efeitos para frente; e a extração do consumo intermediário do modal ferroviário. Captando os efeitos para trás.

O fluxo dos serviços das 12 concessionárias do setor de transporte ferroviário de cargas (TFC) vigentes foram extraídas da estrutura da MIP 2015 em etapas individuais. Permitindo a comparação entre os resultados obtidos. Como os resultados refletem a estrutura de receita entre as empresas do setor ferroviário de cargas, a seção seguinte discute essa configuração de mercado.

### 4.1 Estrutura de receita das ferrovias brasileiras

A Tabela 2 apresenta a distribuição (%) do volume das cargas mais transportadas pelo transporte ferroviário para cada empresa concessionária. A principal *commodity* do mercado ferroviário de cargas é o Minério de ferro (07911). Em 2015, a concessionária EFC foi a que transportou o maior volume da mercadoria em relação ao total bruto, aproximadamente 46%. Seguida operadoras EFVM (27%) e MRS (26%). Estas três concessionárias tem o minério de ferro como principal produto transportado. As empresas remanescentes não tiveram participação expressiva (menos de 1%) no volume transportado de minério de ferro.

A Estrada de Ferro Carajás (EFC) atua na região do Nordeste brasileiro liga os estados do Maranhão (MA), e Pará (PA). Os principais setores servidos são minério de ferro, ferro gusa e manganês. No Sudeste a Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM) interliga os estados de Espírito Santo (ES) e Minas Gerais (MG). A EFVM e a MRS logística transportam principalmente minério de ferro, produto siderúrgico e carvão mineral, embora a MRS também opere no Sudeste, sua malha atende diferentes regiões de Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP).



**TABELA 2 - Distribuição (%) do fluxo das principais cargas**

Sigla	Minério de ferro	Granéis agrícolas	Diesel	Óleos e gorduras vegetais e animais	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço
EFC	46%	*	*	*	*
EFPO	*	*	*	*	*
EFVM	27%	*	*	*	31%
FCA	1%	21%	6%	19%	4%
FNSTN	*	5%	10%	*	*
FTC	*	*	*	*	*
FTL	*	*	4%	*	2%
MRS	26%	3%	*	*	46%
RMN	*	44%	1%	72%	*
RMO	*	*	*	*	2%
RMP	*	14%	68%	*	9%
RMS	*	13%	11%	8%	5%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: resultados da pesquisa.

Depois do minério de ferro, o agregado de commodities agrícolas: milho (01912); soja (01915) e açúcar (10921) são os próximos produtos mais transportados via trilhos. Quase metade do volume destes produtos é transportada pela RMN (44%), seguida pelas concessionárias FCA (21%) e RMP (14%). A RMN liga as regiões produtoras de grãos do Centro-Oeste brasileiro ao porto de Santos, em São Paulo, atendendo os estados do Mato Grosso (MT), Minas Gerais e São Paulo. A ferrovia controla um corredor logístico entre Rondonópolis (MT) e o Porto de Santos (SP).

A malha ferroviária da FCA interliga três regiões do País: o Sudeste; o Centro-Oeste e o Nordeste, a operadora atua no principalmente no transporte de soja, milho, açúcar e farelo de soja. Além disso tem pontos de conexão com a EFVM, MRS, RMP e FTL. A concessionária RMP serve as regiões metropolitana, sudeste e centro-oeste de São Paulo, ligando cidades do interior paulista à capital. Sua linha férrea está conectada ao Porto de Santos e aos terminais fluviais de Panorama e Pederneiras, na hidrovia Tietê-Paraná. Suas principais áreas de atuação são no transporte açúcar, óleo diesel, gasolina e contêineres.

Atrás do grupo de granéis agrícolas, as commodities: Diesel – biodiesel (19915); Óleos e gorduras vegetais e animais (10932); Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço (24912) são as que mais demandam os serviços de TFC. Embora o volume destas cargas não seja tão expressivo em relação ao Minério de ferro e as commodities agrícolas. Cabe aqui

mencionar a distribuição destes bens entre as empresas do mercado de transporte ferroviário. A participação do diesel-biodiesel (19915) é maior nas ferrovias da RMP, cerca de 68%, da RMS (11%) e da FNSTN (10%). Para óleos e gorduras vegetais e animais (10932), as maiores parcelas do volume total transportado pelo setor são da RMN (72%), FCA (19%) e RMS (8%). Mais de 75% do volume transportado de semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço (24912) é distribuído entre a MRS (46%) e EFVM (31%).

#### **4.2 Análise sistêmica da oferta das empresas ferroviárias**

A Tabela 3 reporta os principais resultados alcançados através da extração hipotética da oferta das concessionárias. A distribuição dos efeitos da extração da oferta das empresas de transporte ferroviário de carga (TFC) nos principais produtos atendidos pelo setor. Os resultados expressam a dependência relativa que estes produtos têm em relação aos serviços de cada concessionária. Constatou-se que as firmas EFC, MRS e FNSTN são mais essenciais para o VBP do minério de ferro, dado que a ausência da oferta destas empresas compõe em mutuamente 58,52%; 25,74% e 14,93% da perda total, de cerca de 1,5 bilhão. No VBP dos produtos de aço, construção civil e metalurgia as mesmas empresas se mostram mais importantes.

Carne bovina e derivados revelou-se mais sensível à oferta das concessionárias RMN (26,21%); RMP (17,54%) e MRS (16,46%), no entanto, revela-se com dependência mais diversificada. Alimentos e bebidas e apresentou o impacto mais significativo em seu VBP, de 3,3 bilhões. As maiores dependências relativas foram das empresas RMN (36,44%), FCA (21,08%) e RMP (16,21%).

A EFC aparece como a concessionária mais importante para o aço, minério de ferro, construção civil e metalurgia. A ferrovia atende desde as minas do sudeste do Pará (PA) ao Porto de São Luís (MA). No ano de 2017 o estado da Pará foi o maior produtor de algumas das principais substâncias metálicas como o alumínio, o cobre e o manganês. Além disso é o segundo estado brasileiro que mais produz de ferro, atrás apenas de MG, segundo o Anuário Mineral Brasileiro ano base 2017 (BRASIL, 2018; SANTOS *et al.*, 2018). Alimentos e bebidas e carne dependem dos serviços da operadora RMN para a maior parte de sua produção escoada por ferrovias.

**TABELA 3 – Efeitos para frente (%) nos setores mais sensíveis à ausência da oferta das concessionárias de transporte ferroviário de carga**

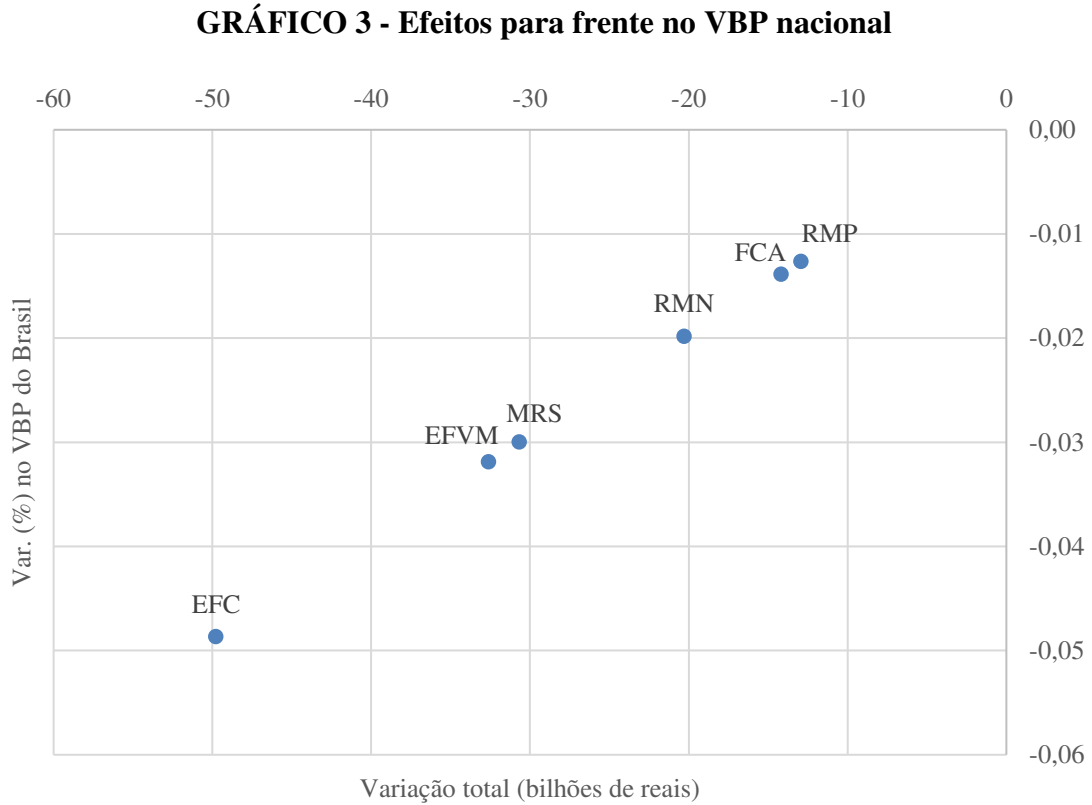
Concessionárias	Alimentos e bebidas	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	Minério de ferro	Construção civil	Serviços diversos	Produtos da metalurgia	Carne de bovinos e outros produtos de carne	Demais setores
EFC	1,88	43,61	58,52	36,85	16,46	41,31	3,79	29,55
EFPO	0,20	0,00	0,00	0,02	0,09	0,00	0,12	0,04
EFVM	1,84	28,62	25,74	22,27	13,45	26,23	3,32	22,36
FCA	21,08	0,96	0,24	5,90	12,01	3,34	14,07	6,31
FNSTN	3,99	0,04	0,04	0,75	3,79	0,31	2,71	2,90
FTC	0,23	0,24	0,01	0,33	0,45	0,29	2,03	0,36
FTL	0,70	0,10	0,02	0,68	0,77	0,24	0,49	0,61
MRS	6,68	24,57	14,93	24,30	15,33	23,09	16,46	19,39
RMN	36,44	0,09	0,08	3,05	18,31	0,64	26,21	6,90
RMO	0,08	0,33	0,08	0,49	0,94	0,44	0,19	1,05
RMP	16,21	1,34	0,29	2,86	11,37	3,55	17,54	7,01
RMS	10,66	0,13	0,06	2,50	7,03	0,56	13,06	3,53
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Variação acumulada (%)	-0,7	-3,5	-3,0	-0,2	0,0	-0,6	-0,3	0,0
Milhões de R\$	-3300	-2989	-1586	-1173	-1171	-873	-676	-5663

Nota: Resultados da pesquisa

O Gráfico 3 mostra dependência relativa da economia nacional (e.g. variação do VBP) em relação à oferta das concessionárias ferroviárias de carga. Para cada empresa, a variação total, em bilhões, é representada no eixo horizontal. Enquanto o eixo das ordenadas apresenta a variação percentual do VBP nacional. A extração de todas as empresas teve efeitos negativos sobre a produção brasileira. No entanto algumas mostraram-se mais importantes que outras. Na ótica das ligações para frente, a concessionária mais importante para a economia brasileira foi a (EFC - Vale). A Tabela 8 no Anexo traz os resultados dos efeitos para frente, em milhões, para todos os setores.

Entre as empresas analisadas, teve o maior efeito sobre o VBP nacional (-0,05%), aproximadamente R\$50 bilhões. A Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM - Vale) e a MRS Logística, ocupam segundo e terceiro lugar de importância nacional pela ótica da oferta, seus efeitos sobre o VBP nacional foram semelhantes (-0,03%), entretanto a economia nacional mostrou-se mais dependente dos serviços da EFVM (R\$ 33 bilhões) do que da MRS (R\$ 31

bilhões). Para o restante das empresas, em termos de variação (%) do VBP nacional: RMN (-0,02%); FCA (-0,01%) e RMP (R\$ -13 bilhões). As empresas que apresentaram resultados menores que R\$ 10 bilhões, ocultadas do Gráfico 3, estão reportadas na Tabela 4.



Fonte: Resultados da pesquisa.

**TABELA 4 - Efeitos para frente no VBP nacional**

Concessionárias	Variação total em R\$ bilhões	Var. (%) no VBP nacional
EFC	-49,8	-0,05
EFVM	-32,6	-0,03
MRS	-30,7	-0,03
RMN	-20,3	-0,02
FCA	-14,2	-0,01
RMP	-12,9	-0,01
RMS	-7,6	-0,01
FNSTN	-3,7	0,00
RMO	-1,0	0,00
FTL	-0,8	0,00
FTC	-0,6	0,00
EFPO	-0,1	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa

### 4.3 Análise sistêmica da demanda das empresas ferroviárias

Dado que o consumo intermediário da atividade Transporte Ferroviário de carga não pôde ser observado para cada concessionária do setor - devido à ausência de dados que pudessem auxiliar na estimação da estrutura de consumo -, a abertura das compras seguiu a estrutura de mercado das empresas ferroviárias de carga. De modo que os resultados da extração pela ótica das ligações para trás retornaram efeitos fixos para cada operadora. Por exemplo, os efeitos da extração da operadora EFC no VBP dos produtos Refino do petróleo e Serviços Diversos, foram iguais (27%), e assim acontece para todos os produtos impactados pela ausência de demanda da EFC. No entanto, estes resultados dimensionam a força dos encadeamentos para trás de cada operadora na estrutura produtiva. A Tabela 5 mostra os produtos que sofreram as maiores perdas no VBP, em milhões.

Dada a hipótese de ausência de consumo intermediário por todas as empresas, pela ótica das ligações para trás, as ferrovias brasileiras mostraram-se mais importantes para os Produtos do refino do petróleo, o setor com a maior perda esperada no VBP (R\$ 3266 milhões). Seguido por Serviços Diversos (R\$ 1477 milhões) e Transporte rodoviário de carga (R\$ 1205 milhões). Devido à grande participação de Combustíveis e lubrificantes (19%, segundo a PAS 2015) no consumo intermediário do modal ferroviário, era esperado que os Produtos do refino do petróleo apresentassem maior dependência em relação às ferrovias de carga brasileiras.

O setor de Serviços Diversos engloba 28 atividades diferentes, que vão desde Serviços de alojamento em hotéis e similares e Serviços de alimentação à serviços jurídicos, de educação, saúde e manutenção de computadores. Atrás das atividades de Refino do petróleo, o setor de Serviços Diversos também mostrou alta dependência das concessionárias de transporte ferroviário de carga. Pois se trata de atividades auxiliares necessárias para o funcionamento das operações ferroviárias. O Transporte rodoviário de carga também apresenta dependência das ferrovias em relação em termos de VBP. Isso decorre porque a malha férrea brasileira se complementa às rodovias para o escoamento das cargas até os portos. Os caminhões efetuam transbordo nos terminais de carga ferroviários e vice-versa. Dessa forma ambos os transportes integram o sistema logístico de escoamento da produção nacional. O que explica a importância das ferrovias para o transporte rodoviário de carga.

Como as parcelas de dependência são fixas para cada concessionária, todo o grupo de setores impactados pela hipótese de ausência das ligações para trás sofreram maiores impactos pela extração do consumo das empresas EFC (27%), EFVM (17%) e MRS (17%). Estas parcelas representam a importância relativa de cada empresa. Os principais resultados da simulação, por concessionária, estão reportados na Tabela 5. Todos os resultados dos efeitos para trás (em milhões) estão apresentados na Tabela 9 do Anexo.

**TABELA 5 – Efeitos para trás (R\$ milhões) nos setores mais sensíveis à ausência de demanda das empresas ferroviárias de carga**

Concessionárias	Produtos do refino do petróleo	Serviços diversos	Transporte rodoviário de carga	Comércio por atacado e varejo	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	Veículos, peças e acessórios	Demais setores
EFC	-891	-403	-329	-242	-236	-105	-510
EFPO	-2	-1	-1	-1	-1	0	-1
EFVM	-556	-251	-205	-151	-147	-65	-318
FCA	-286	-130	-106	-78	-76	-34	-164
FNSTN	-69	-31	-25	-19	-18	-8	-39
FTC	-12	-5	-4	-3	-3	-1	-7
FTL	-15	-7	-6	-4	-4	-2	-9
MRS	-550	-249	-203	-149	-146	-65	-315
RMN	-429	-194	-158	-116	-114	-50	-246
RMO	-15	-7	-6	-4	-4	-2	-9
RMP	-256	-116	-95	-70	-68	-30	-147
RMS	-184	-83	-68	-50	-49	-22	-105
Total	-3266	-1477	-1205	-886	-865	-383	-1870

Nota: Resultados da pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como intuito contribuir com as discussões acerca da dependência dos setores produtivos da economia brasileira em relação à oferta e demanda as empresas concessionárias do setor ferroviário de carga. A monografia realizou uma análise estrutural e comparativa entre as empresas a partir da aplicação de uma técnica de extração hipotética em um modelo de insumo-produto, cujo ano base é de 2015. A matriz de insumo-produto foi capacitada para acomodar o objetivo principal desta monografia. Ou seja, a partir da coleta, compilação e harmonização de diversas fontes secundárias de dados estatísticos, foi possível desagregar de forma consistente o padrão de custo e de venda das empresas concessionárias. Com todo esse trabalho empregado nesta pesquisa, foi possível identificar as interações diretas e indiretas derivadas da ligação para frente e para trás das empresas no setor ferroviário.

Comparativamente, a economia brasileira mostrou-se mais dependente da oferta do que da demanda dos serviços transporte ferroviário de carga (TFC) segundo os efeitos no VBP nacional. No entanto, estes efeitos foram únicos para de cada concessionária. Como foi assumido que as estruturas de receita e de consumo totais das empresas de TFC seguem a mesma ordem. A Estrada Ferro Carajás (EFC - Vale); Vitória à Minas (EFVM - Vale) e MRS Logística mostraram-se as três empresas ferroviárias mais importantes para o VBP nacional em 2015, tanto pela ótica das ligações para frente quanto para trás. Os efeitos acumulados da simulação da extração da oferta resultaram em maiores perdas esperadas para os setores de Alimentos e bebidas (R\$ 33 bilhões) e de Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço (R\$ 29,9 bilhões) do que para o Minério de ferro (R\$ 15,9 bilhões), o principal produto transportado por ferrovias. O que acontece devido ao fraco encadeamento do setor (PEROBELLI *et al.*, 2010).

Nos resultados das interdependências setoriais sob a ótica das vendas (*linkages* para frente), os setores de: Alimentos e bebidas (S12); Serviços diversos (S46) e Carne de bovinos e outros produtos de carne (S11), mostraram maior dependência da concessionária Rumo Malha Norte (RMN). Já os produtos do aço (S21), minério de ferro (S9), construção civil (S28) e metalurgia (S22) mostraram-se mais dependentes dos serviços de transporte da EFC. Cabe aqui mencionar a notável dependência dos setores: S21 (24,57%); S28 (24,30%) e S22 (23,09%) em relação às operações de transporte pela MRS Logística.

O objetivo deste trabalho foi analisar como os resultados obtidos se relacionam com a notável evolução do transporte ferroviário de carga (TFC) no Brasil. Para isso, destacamos dois aspectos principais: a estrutura de encadeamentos entre as empresas de TFC e os setores de atividade. A partir desses aspectos, políticas de desenvolvimento ferroviário podem ser definidas baseadas neles. Uma forma de incentivo, por parte do poder público, seria criar mecanismos para reforçar encadeamentos já existentes e com o objetivo de ampliar a difusão desses efeitos no espaço.

Mesmo conhecendo as regiões servidas pelas malhas ferroviárias brasileiras, o trabalho utilizou-se de uma matriz de insumo produto nacional. De maneira que o estudo se limita aos efeitos setoriais e nacionais da extração hipotética, tais efeitos, futuramente, podem ser explorados numa análise de insumo produto inter-regional para a verificar a dependência de determinadas regiões brasileiras em relação à cada empresa ferroviária de carga.



## 6 REFERÊNCIAS

ABDIB. **Relatório Anual 2023**. São Paulo: Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base, 2023. Disponível em: <<https://www.abdib.org.br/relatorio-anual-2023/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

ANTAQ. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em: <<https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html>>. Acesso em: 23 out. 2023.

ANTF. **A EVOLUÇÃO DO SETOR FERROVIÁRIO A EVOLUÇÃO DO SETOR FERROVIÁRIO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS 15 ANOS**. Brasília: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários, 5 set. 2012. Disponível em: <[https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rodrigo\\_vilaca-antf-menor.pdf](https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rodrigo_vilaca-antf-menor.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. **PRORROGAÇÕES DOS CONTRATOS AVANÇAM DE NORTE A SUL**. Disponível em: <<https://www.antf.org.br/releases/prorrogacoes-dos-contratos-avancam-de-norte-a-sul/>>. Acesso em: 18 out. 2023.

ANTT. **Anuário do Setor Ferroviário**. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ferrovias/anuario-do-setor-ferroviario>>. Acesso em: 23 out. 2023.

BCG. **REGULAÇÃO FERROVIÁRIA NO BRASIL - Propostas para simplificação e aumento de eficácia da regulação do setor ferroviário**. Boston: Boston Consulting Group - BCG, nov. 2020. Disponível em: <<https://web-assets.bcg.com/46/b7/6fe152944ed19918a9bf0cf70631/bcg-report-rail-digital-br.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

BETARELLI, A. A. *et al.* Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira (No. 444188/2015–0), CNPq/MCTI No 25/2015. **Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília, 2017.**

BETARRELI, A. A.; BASTOS, S. Q. DE A.; PEROBELLI, F. S. Interações e encadeamentos setoriais com os modais de transporte: uma análise para diferentes destinos das exportações brasileiras. **Economia Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 223–258, jun. 2011.

BNDES. FERROVIAS DE CARGA BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE SETORIAL. **BNDES Setorial**, v. 46, p. 79–126, jul. 2017.

BRASIL. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Osvaldo Barbosa Ferreira Filho; Equipe Técnica por Marina Dalla Costa et al.** Brasília (DF): AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e>

economia-mineral/anuário-mineral/anuário-mineral-brasileiro/amb\_2018\_ano\_base\_2017>.  
Acesso em: 23 nov. 2023.

\_\_\_\_. **Lei das Ferrovias é regulamentada: oportunidade de mais investimentos para o setor.**

Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2022/10/lei-das-ferrovias-e-regulamentada-oportunidade-de-mais-investimentos-para-o-setor#:~:text=Lei%20das%20Ferrovias%20%C3%A9%20regulamentada%3A%20oportunidade%20de%20mais%20investimentos%20para%20o%20setor,->

Medida%20estabelece%20crit%C3%A9rios&text=A%20edi%C3%A7%C3%A3o%20desta%20segunda%2Dfeira,a%20chamada%20Lei%20das%20Ferrovias.>. Acesso em: 28 nov. 2023.

**CNT. Pesquisa Ferroviária CNT 2006 - Relatório Analítico.** Brasília: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT), 2007. Disponível em: <<https://cnt.org.br/pesquisa-cnt-ferrovias>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

\_\_\_\_. **Transporte & Economia - O Sistema Ferroviário Brasileiro.** Brasília: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT), 2013. Disponível em: <<https://cnt.org.br/sistema-ferroviario-brasileiro>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

DIETZENBACHER, E.; LINDEN, J. A. VAN DER; STEENGE, A. E. The regional extraction method: EC Input-output comparisons. **Economic Systems Research**, p. 186–207, 1993.

**DNIT. Histórico da infraestrutura ferroviária.** Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/ferrovias/historico>>. Acesso em: 17 out. 2023.

**GUILHOTO, J. J. M. ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO: TEORIA E FUNDAMENTOS.** São Paulo: Joaquim José Martins Guilhoto, 2004.

**HIRSCHMAN, A. O. The strategy of economic development.** New Haven: Yale University Press, 1958.

**HIRSCHMAN, A. O. Estratégia do desenvolvimento econômico.** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

**IBGE. Pesquisa Anual de Serviços .** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/150/pas\\_2015\\_v17\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/150/pas_2015_v17_notas_tecnicas.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2023.

\_\_\_\_. **Nota técnica - Matriz de insumo-produto Brasil, 2015.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2018.

**ITF. Privatização Ferroviária através de Concessões - As origens e efeitos da experiência na América Latina.** Public World: International Transport Forum, 2002.

- KESER, H. Y. Importance of Transport Corridors in Regional Development: The Case of TRACECA. **Sosyoekonomi**, v. 24, n. 24, 2015.
- LEE, H. K.; KIM, H. B. The impacts of rail freight rate changes on regional economies, modal shift, and environmental quality in Korea. **International Journal of Urban Sciences**, v. 22, n. 4, p. 517–528, 2 out. 2018.
- LODGE, M. Institutional Choice and Policy Transfer: Reforming British and German Railway Regulation. **Governance**, v. 16, n. 2, p. 159–178, abr. 2003.
- MARCHETTI, D. D. S. Estratégia geral, ações necessárias e previsão de investimento nos setores portuário, ferroviário e rodoviário. *Em*: TORRES, E.; PUGA, F.; MEIRELLES, B. (Eds.). . **Perspectivas do Investimento: 2010-2013**. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2010. v. 1p. 360.
- MARCHETTI, D. DOS S.; FERREIRA, T. T. **Situação Atual e Perspectivas da Infraestrutura de Transportes e da Logística no Brasil**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012.
- MARCHETTI, D.; WANKE, P. Efficiency of the rail sections in Brazilian railway system, using TOPSIS and a genetic algorithm to analyse optimized scenarios. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 135, p. 101858, mar. 2020.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis Foundations and Extensions Second Edition**. 2. ed. Washington, DC.: Cambridge, 2009.
- NORTH, D. C. Location theory and regional economic growth. **Journal of political economy**, v. 63, n. 3, p. 243–258, 1955.
- O'BRIEN, P. **Railways and the economic development of Western Europe, 1830-1914**. New York: St. Martin's Press, 1983.
- PAELINCK, J.; CAEVEL, J. DE; DEGUELDRE. J. Analyse Quantitative de Certaines Phénomènes du Développement Régional Polarisé: Essai de Simulation Statique d'Itinéraires de Propagation. *Em*: **Bibliothèque de l'Institut de Science économique**. Paris: Problèmes de Conversion économique: Analyses Théoriques et études Appliquées, 1965. v. 7p. 341–387.
- PEROBELLI, F. S. *et al.* Estimativa da matriz de insumo-produto da Bahia (2009): características sistêmicas da estrutura produtiva do estado. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 46, n. 4, p. 97–115, 2015.
- PERROUX, F. O Conceito de Polo de Crescimento. *Em*: **Regional Economics: Theory and Practice**. N. York: Free Press, 1970. p. 93–104.
- RF. Anuário Revista Ferroviária. **Editores Ferroviária Ltda.**, 2015.

- RODRIGUE, J.-P. 2.2 – Transportation and Spatial Organization. *Em: The Geography of Transport Systems*. 5. ed. New York: Routledge , 2020. .
- RODRIGUE, J.-P.; NOTTEBOOM, T. 3.1 – Transportation and Economic Development. *Em: The Geography of Transport Systems*. 5. ed. New York: Routledge , 2020. p. 480.
- RODRIGUES, P. R. A. **Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. 4. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2014.
- RODRIGUES, R. L.; GUILHOTO, J. J. M. Análise setorial e topografia da estrutura produtiva: as cooperativas agropecuárias no Paraná. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 37, p. 487–513, 2007.
- ROSTOW, W. W. The Take-Off Into Self-Sustained Growth. **The Economic Journal**, v. 66, n. 261, p. 25, mar. 1956.
- SANTOS, J. F. *et al.* Redes sociais ao longo da Estrada de Ferro Carajás na Amazônia Oriental. **Finisterra**, v. 53, n. 109, p. 149–166, 2018.
- SILVA, P. B. *et al.* Potencial de redução de emissão de CO2 pelo uso de transporte ferroviário: um estudo de caso no Brasil. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia - RIPE**, v. 6, p. 1–17, 2 set. 2020.
- STRASSERT, G. Zur Bestimmung strategischer Sektoren mit Hilfe von Input-Output-Modellen. **Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik**, v. 182, n. 1, p. 211–215, 1 fev. 1968.
- WORLD BANK. **Global trend to railway concessions delivering positive results (English)**. Washington, D.C.: World Bank, 1997. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/912101468761096219/Global-trend-to-railway-concessions-delivering-positive-results>>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- \_\_\_\_\_. **Rail Transport Regulation**. Valencia: Wolrd Bank, 1999. Disponível em: <[https://documents1.worldbank.org/curated/en/284281468764045820/135535322\\_20041117180643/additional/multi-page.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/284281468764045820/135535322_20041117180643/additional/multi-page.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- \_\_\_\_\_. **Brazil - Evaluating the macroeconomic and distributional impacts of lowering transportation costs (English)**. Washington, D.C.: World Bank, 2008.

## ANEXO

TABELA 6 - Distribuição dos produtos dos perfis Contêiner e Carga Geral

Produto MIP	Contêineres e Carga Geral	Distribuição (%)
Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	44586	21%
Celulose	23190	11%
Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	13986	7%
Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-metálicos	12529	6%
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	12265	6%
Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	9321	4%
Produtos químicos orgânicos	7310	3%
Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	6942	3%
Arroz, trigo e outros cereais	6683	3%
Outros produtos e serviços da lavoura temporária	5316	2%
Minerais metálicos não-ferrosos	4499	2%
Minerais não-metálicos	4101	2%
Produtos de madeira, exclusive móveis	3814	2%
Cimento	3669	2%
Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	3608	2%
Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.	3485	2%
Outros produtos alimentares	3217	2%
Carne de aves	2787	1%
Produtos químicos diversos	2684	1%
Açúcar	2126	1%
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2044	1%
Carne de bovinos e outros prod. de carne	1934	1%
Artigos de borracha	1916	1%
Produtos químicos inorgânicos	1911	1%
Outros produtos da lavoura permanente	1709	1%
Artigos de plástico	1703	1%
Calçados e artefatos de couro	1686	1%
Máquinas para a extração mineral e a construção	1598	1%
Automóveis, camionetas e utilitários	1176	1%

Fonte: Anuário Ferroviário (ANTT) – ano base 2015. Nota: Valores menores que 1% ocultados.

**TABELA 7 - Contribuição das operadoras ferroviárias de carga na FBKF**

Produtos	Participação (%) dos produtos								
		EFVM	FCA	FTL	MRS	RMN	RMO	RMP	RMS
Laranja	0%	0	170	1	31	68	0	0	0
Café em grão	0%	0	131	0	568	1	0	0	0
Outros produtos da lavoura permanente	0%	0	651	75	20	658	0	0	304
Bovinos e outros animais vivos, produtos animal, caça e serviços	1%	0	7	4	7	3410	0	0	32
Aves e ovos	0%	0	0	0	0	6	0	0	0
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	3%	0	8608	5	64	2086	0	0	1456
Petróleo, gás natural e serviços de apoio	0%	0	0	0	1	0	0	0	299
Produtos de madeira, exclusive móveis	6%	13520	6729	15	172	2324	0	0	934
Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	79%	98316	13710	7164	143522	949	6079	27301	15615
Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	2%	0	729	73	420	1374	0	6147	532
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0%	0	0	0	0	0	0	0	0
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	0%	0	7	0	57	119	0	0	1
Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	0%	0	59	1	27	0	0	0	25
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1%	0	494	13	123	433	0	0	954
Eletrodomésticos	0%	0	58	8	39	8	0	0	534
Tratores e outras máquinas agrícolas	0%	0	0	0	58	43	0	0	136
Máquinas para a extração mineral e a construção	0%	0	270	5	74	942	0	0	295
Outras máquinas e equipamentos mecânicos	0%	0	120	25	614	198	0	0	199
Automóveis, camionetas e utilitários	6%	0	794	13	996	140	0	6607	13243
Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	0%	0	1	0	30	922	0	0	53
Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	0%	0	115	9	152	82	0	0	298
Móveis	0%	0	2	0	3	9	0	0	2
Produtos de industrias diversas	0%	0	25	1	48	15	0	0	549

Fonte: Anuário Estatístico Ferroviário e MIP (ANTT/IBGE, ano base 2015)

**TABELA 8 – Efeitos para frente (em milhões) das ferrovias na estrutura produtiva brasileira**

<b>Cód. Produto</b>	<b>Produto</b>	<b>EFC</b>	<b>EFPO</b>	<b>EFVM</b>	<b>FCA</b>	<b>FNSTN</b>	<b>FTC</b>	<b>FTL</b>	<b>MRS</b>	<b>RMN</b>	<b>RMO</b>	<b>RMP</b>	<b>RMS</b>	<b>Var. total</b>
S1	Arroz, trigo e outros cereais	-0,87	-0,01	-1,39	-0,79	-0,20	-0,01	-0,04	-0,54	-1,17	-0,02	-0,67	-0,58	-6,3
S2	Milho em grão	-2,41	-0,02	-3,79	-2,31	-0,57	-0,04	-0,11	-1,53	-3,58	-0,06	-1,91	-1,65	-18,0
S3	Soja em grão	-8,63	-0,05	-13,92	-7,81	-1,98	-0,14	-0,38	-5,39	-11,46	-0,23	-6,66	-5,74	-62,4
S4	Outros produtos da lavoura	-11,99	-0,07	-19,35	-10,78	-2,74	-0,19	-0,53	-7,47	-15,71	-0,32	-9,23	-7,93	-86,3
S5	Pecuária , pesca e aquicultura	-16,56	-0,21	-14,22	-32,18	-6,89	-0,44	-0,97	-13,86	-73,95	-0,42	-19,32	-18,25	-197,3
S6	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-0,96	-0,01	-0,90	-1,44	-0,33	-0,02	-0,07	-0,84	-2,52	-0,03	-1,37	-0,83	-9,3
S7	Carvão mineral	-0,41	0,00	-5,87	-0,36	-0,02	-0,18	-0,01	-1,04	-0,05	-0,01	-0,13	-0,05	-8,1
S8	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	-40,33	-0,02	-26,63	-5,67	-1,04	-0,29	-0,42	-21,78	-3,34	-0,47	-5,31	-2,24	-107,5
S9	Minério de ferro	-927,94	-0,01	-408,14	-3,78	-0,63	-0,13	-0,24	-236,73	-1,23	-1,27	-4,53	-0,95	-1585,6
S10	Outros produtos da extrativa	-353,65	-0,01	-110,57	-18,73	-0,66	-2,44	-0,37	-82,74	-1,70	-1,60	-3,84	-1,23	-577,5
S11	Carne de bovinos e outros produtos de carne	-25,62	-0,79	-22,49	-95,18	-18,32	-13,76	-3,34	-111,30	-177,30	-1,31	-118,64	-88,31	-676,3
S12	Alimentos e Bebidas	-61,96	-6,54	-60,83	-695,64	-131,75	-7,73	-23,06	-220,49	-1202,32	-2,80	-535,03	-351,59	-3299,7
S13	Celulose, papel e madeira	-13,02	-0,03	-86,41	-17,05	-75,79	-1,70	-8,79	-98,43	-18,95	-33,40	-6,60	-15,41	-375,6
S14	Produtos do refino do petróleo	-47,33	-0,16	-35,31	-22,55	-4,40	-0,50	-1,18	-30,80	-25,97	-0,71	-33,68	-11,43	-214,0
S15	Etanol e outros biocombustíveis	-6,82	-0,21	-6,98	-22,22	-4,47	-0,20	-0,70	-12,65	-34,53	-0,18	-43,49	-13,48	-145,9
S16	Químicos inorgânicos, orgânicos e resinas	-27,99	-0,05	-74,27	-16,09	-1,69	-0,37	-0,56	-13,65	-8,46	-0,34	-7,51	-7,94	-158,9
S17	Aubos, fertilizantes e defensivos agrícolas	-13,67	-0,03	-35,07	-8,57	-1,01	-0,19	-0,31	-7,22	-4,74	-0,21	-5,88	-4,66	-81,6
S18	Químicos diversos	-21,43	-0,10	-26,07	-15,31	-4,19	-0,37	-0,82	-15,79	-18,31	-1,03	-14,31	-8,72	-126,5
S19	Produtos da construção	-86,31	-0,08	-43,37	-22,55	-2,28	-0,69	-3,27	-44,48	-3,57	-1,16	-5,79	-5,70	-219,2

<b>Cód. Produto</b>	<b>Produto</b>	<b>EFC</b>	<b>EFPO</b>	<b>EFVM</b>	<b>FCA</b>	<b>FNSTN</b>	<b>FTC</b>	<b>FTL</b>	<b>MRS</b>	<b>RMN</b>	<b>RMO</b>	<b>RMP</b>	<b>RMS</b>	<b>Var. total</b>
S20	Ferro gusa e ferroligas	-182,63	0,00	-119,85	-4,02	-0,15	-0,98	-0,41	-102,83	-0,36	-1,37	-5,55	-0,53	-418,7
S21	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	-1303,31	-0,01	-855,25	-28,70	-1,10	-7,03	-2,97	-734,25	-2,55	-9,77	-39,94	-3,82	-2988,7
S22	Produtos da metalurgia	-360,78	-0,02	-229,10	-29,20	-2,68	-2,52	-2,09	-201,64	-5,62	-3,84	-30,99	-4,92	-873,4
S23	Produtos elétricos, eletrônicos e da comunicação	-78,72	-0,02	-74,07	-12,19	-2,16	-2,05	-1,26	-158,05	-8,26	-1,53	-17,48	-9,04	-364,8
S24	Máquinas e equipamentos	-139,12	-0,02	-94,67	-7,48	-2,01	-0,93	-0,85	-87,57	-4,26	-1,76	-10,24	-3,05	-351,9
S25	Veículos, peças e acessórios	-250,02	-0,06	-170,79	-14,46	-3,46	-1,71	-1,68	-156,24	-8,25	-3,00	-40,58	-9,40	-659,7
S26	Indústria Diversa	-106,26	-0,09	-93,28	-19,64	-10,94	-1,34	-2,15	-76,76	-17,80	-4,66	-17,84	-11,37	-362,1
S27	Serviços Industrias de Utilidade Pública	-42,23	-0,04	-36,62	-9,71	-3,50	-3,58	-2,20	-30,92	-5,90	-0,86	-14,26	-6,24	-156,1
S28	Construção civil	-432,37	-0,20	-261,29	-69,22	-8,85	-3,89	-7,98	-285,08	-35,81	-5,71	-33,57	-29,35	-1173,3
S29	Comércio por atacado e varejo	-133,04	-0,70	-96,29	-68,75	-24,25	-1,31	-3,82	-69,33	-102,84	-4,69	-46,66	-40,34	-592,0
S30	EFC	-0,23	0,00	-0,38	-0,11	-0,06	0,00	-0,02	-0,33	-0,10	-0,01	-0,58	-0,10	-1,9
S31	EFPO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
S32	EFVM	-0,15	0,00	-0,24	-0,07	-0,04	0,00	-0,01	-0,20	-0,06	0,00	-0,36	-0,06	-1,2
S33	FCA	-0,08	0,00	-0,12	-0,04	-0,02	0,00	-0,01	-0,11	-0,03	0,00	-0,19	-0,03	-0,6
S34	FNSTN	-0,02	0,00	-0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,03	-0,01	0,00	-0,05	-0,01	-0,1
S35	FTC	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,0
S36	FTL	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,0
S37	MRS	-0,14	0,00	-0,24	-0,07	-0,04	0,00	-0,01	-0,20	-0,06	0,00	-0,36	-0,06	-1,2
S38	RMN	-0,11	0,00	-0,19	-0,05	-0,03	0,00	-0,01	-0,16	-0,05	0,00	-0,28	-0,05	-0,9
S39	RMO	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,0
S40	RMP	-0,07	0,00	-0,11	-0,03	-0,02	0,00	-0,01	-0,09	-0,03	0,00	-0,17	-0,03	-0,6
S41	RMS	-0,05	0,00	-0,08	-0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,07	-0,02	0,00	-0,12	-0,02	-0,4
S42	Transporte rodoviário de carga	-17,52	-0,04	-28,71	-8,27	-4,48	-0,19	-1,77	-24,39	-7,18	-0,58	-43,47	-7,38	-144,0



<b>Cód. Produto</b>	<b>Produto</b>	<b>EFC</b>	<b>EFPO</b>	<b>EFVM</b>	<b>FCA</b>	<b>FNSTN</b>	<b>FTC</b>	<b>FTL</b>	<b>MRS</b>	<b>RMN</b>	<b>RMO</b>	<b>RMP</b>	<b>RMS</b>	<b>Var. total</b>
S43	Transporte aquaviário	-3,01	0,00	-1,93	-0,48	-0,49	-0,02	-0,28	-1,44	-0,43	-0,06	-2,01	-0,59	-10,7
S44	Serviços portuários	-9,27	0,00	-4,59	-0,38	-0,33	-0,02	-0,06	-2,82	-0,41	-0,06	-1,26	-0,26	-19,5
S45	Transporte dutoviário	-58,20	-0,04	-39,65	-7,00	-4,24	-0,22	-1,27	-28,20	-6,87	-0,69	-29,65	-5,59	-181,6
S46	Serviços diversos	-192,72	-1,09	-157,47	-140,54	-44,36	-5,25	-9,00	-179,48	-214,36	-10,97	-133,12	-82,29	-1170,7
	<b>Total</b>	<b>-4978</b>	<b>-11</b>	<b>-3260</b>	<b>-1419</b>	<b>-372</b>	<b>-60</b>	<b>-83</b>	<b>-3067</b>	<b>-2030</b>	<b>-95</b>	<b>-1293</b>	<b>-761</b>	<b>-17430</b>

**TABELA 9 - Efeitos para trás (em milhões) das ferrovias na estrutura produtiva brasileira**

<b>Cód. Produto</b>	<b>Produto</b>	<b>EFC</b>	<b>EFPO</b>	<b>EFVM</b>	<b>FCA</b>	<b>FNSTN</b>	<b>FTC</b>	<b>FTL</b>	<b>MRS</b>	<b>RMN</b>	<b>RMO</b>	<b>RMP</b>	<b>RMS</b>	<b>Var. Total</b>
S1	Arroz, trigo e outros cereais	-0,46	0,00	-0,29	-0,15	-0,04	-0,01	-0,01	-0,28	-0,22	-0,01	-0,13	-0,09	-1,7
S2	Milho em grão	-0,58	0,00	-0,36	-0,19	-0,04	-0,01	-0,01	-0,36	-0,28	-0,01	-0,17	-0,12	-2,1
S3	Soja em grão	-4,74	-0,01	-2,96	-1,52	-0,37	-0,06	-0,08	-2,92	-2,28	-0,08	-1,36	-0,98	-17,4
S4	Outros produtos da lavoura	-30,80	-0,08	-19,21	-9,90	-2,38	-0,40	-0,53	-19,00	-14,83	-0,52	-8,85	-6,36	-112,8
S5	Pecuária, pesca e aquicultura	-2,39	-0,01	-1,49	-0,77	-0,18	-0,03	-0,04	-1,47	-1,15	-0,04	-0,69	-0,49	-8,7
S6	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	-1,29	0,00	-0,81	-0,41	-0,10	-0,02	-0,02	-0,80	-0,62	-0,02	-0,37	-0,27	-4,7
S7	Carvão mineral	-0,16	0,00	-0,10	-0,05	-0,01	0,00	0,00	-0,10	-0,08	0,00	-0,05	-0,03	-0,6
S8	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	-236,03	-0,60	-147,21	-75,84	-18,21	-3,09	-4,04	-145,58	-113,64	-3,95	-67,85	-48,70	-864,7
S9	Minério de ferro	-0,75	0,00	-0,47	-0,24	-0,06	-0,01	-0,01	-0,46	-0,36	-0,01	-0,22	-0,15	-2,7
S10	Outros produtos da extrativa	-2,64	-0,01	-1,65	-0,85	-0,20	-0,03	-0,05	-1,63	-1,27	-0,04	-0,76	-0,54	-9,7
S11	Carne de bovinos e outros produtos de carne	-3,66	-0,01	-2,29	-1,18	-0,28	-0,05	-0,06	-2,26	-1,76	-0,06	-1,05	-0,76	-13,4
S12	Alimentos e Bebidas	-11,77	-0,03	-7,34	-3,78	-0,91	-0,15	-0,20	-7,26	-5,67	-0,20	-3,38	-2,43	-43,1
S13	Celulose, papel e madeira	-12,72	-0,03	-7,93	-4,09	-0,98	-0,17	-0,22	-7,85	-6,12	-0,21	-3,66	-2,62	-46,6
S14	Produtos do refino do petróleo	-891,36	-2,27	-555,93	-286,43	-68,77	-11,68	-15,25	-549,78	-429,16	-14,92	-256,22	-183,92	-3265,7
S15	Etanol e outros biocombustíveis	-65,73	-0,17	-40,99	-21,12	-5,07	-0,86	-1,12	-40,54	-31,65	-1,10	-18,89	-13,56	-240,8
S16	Químicos inorgânicos, orgânicos e resinas	-18,30	-0,05	-11,41	-5,88	-1,41	-0,24	-0,31	-11,29	-8,81	-0,31	-5,26	-3,78	-67,0
S17	Aubos, fertilizantes e defensivos agrícolas	-7,30	-0,02	-4,55	-2,34	-0,56	-0,10	-0,12	-4,50	-3,51	-0,12	-2,10	-1,51	-26,7
S18	Químicos diversos	-10,84	-0,03	-6,76	-3,48	-0,84	-0,14	-0,19	-6,68	-5,22	-0,18	-3,11	-2,24	-39,7
S19	Produtos da construção	-3,79	-0,01	-2,37	-1,22	-0,29	-0,05	-0,06	-2,34	-1,83	-0,06	-1,09	-0,78	-13,9
S20	Ferro gusa e ferroligas	-0,17	0,00	-0,10	-0,05	-0,01	0,00	0,00	-0,10	-0,08	0,00	-0,05	-0,03	-0,6
S21	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	-10,01	-0,03	-6,25	-3,22	-0,77	-0,13	-0,17	-6,18	-4,82	-0,17	-2,88	-2,07	-36,7
S22	Produtos da metalurgia	-14,64	-0,04	-9,13	-4,71	-1,13	-0,19	-0,25	-9,03	-7,05	-0,25	-4,21	-3,02	-53,6
S23	Produtos elétricos, eletrônicos e da comunicação	-12,37	-0,03	-7,72	-3,98	-0,95	-0,16	-0,21	-7,63	-5,96	-0,21	-3,56	-2,55	-45,3
S24	Máquinas e equipamentos	-6,69	-0,02	-4,18	-2,15	-0,52	-0,09	-0,11	-4,13	-3,22	-0,11	-1,92	-1,38	-24,5

<b>Cód. Produto</b>	<b>Produto</b>	<b>EFC</b>	<b>EFPO</b>	<b>EFVM</b>	<b>FCA</b>	<b>FNSTN</b>	<b>FTC</b>	<b>FTL</b>	<b>MRS</b>	<b>RMN</b>	<b>RMO</b>	<b>RMP</b>	<b>RMS</b>	<b>Var. Total</b>
S25	Veículos, peças e acessórios	-104,61	-0,27	-65,24	-33,61	-8,07	-1,37	-1,79	-64,52	-50,36	-1,75	-30,07	-21,58	-383,2
S26	Indústria Diversa	-99,84	-0,25	-62,27	-32,08	-7,70	-1,31	-1,71	-61,58	-48,07	-1,67	-28,70	-20,60	-365,8
S27	Serviços Industrias de Utilidade Pública	-42,23	-0,11	-26,34	-13,57	-3,26	-0,55	-0,72	-26,04	-20,33	-0,71	-12,14	-8,71	-154,7
S28	Construção civil	-11,17	-0,03	-6,97	-3,59	-0,86	-0,15	-0,19	-6,89	-5,38	-0,19	-3,21	-2,30	-40,9
S29	Comércio por atacado e varejo	-241,88	-0,62	-150,86	-77,73	-18,66	-3,17	-4,14	-149,19	-116,46	-4,05	-69,53	-49,91	-886,2
S30	EFC	-0,23	0,00	-0,15	-0,08	-0,02	0,00	0,00	-0,14	-0,11	0,00	-0,07	-0,05	-0,9
S31	EFPO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
S32	EFVM	-0,38	0,00	-0,24	-0,12	-0,03	-0,01	-0,01	-0,24	-0,19	-0,01	-0,11	-0,08	-1,4
S33	FCA	-0,11	0,00	-0,07	-0,04	-0,01	0,00	0,00	-0,07	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,4
S34	FNSTN	-0,06	0,00	-0,04	-0,02	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,03	0,00	-0,02	-0,01	-0,2
S35	FTC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
S36	FTL	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,1
S37	MRS	-0,33	0,00	-0,20	-0,11	-0,03	0,00	-0,01	-0,20	-0,16	-0,01	-0,09	-0,07	-1,2
S38	RMN	-0,10	0,00	-0,06	-0,03	-0,01	0,00	0,00	-0,06	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,3
S39	RMO	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
S40	RMP	-0,58	0,00	-0,36	-0,19	-0,05	-0,01	-0,01	-0,36	-0,28	-0,01	-0,17	-0,12	-2,1
S41	RMS	-0,10	0,00	-0,06	-0,03	-0,01	0,00	0,00	-0,06	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,4
S42	Transporte rodoviário de carga	-328,89	-0,84	-205,12	-105,68	-25,37	-4,31	-5,63	-202,85	-158,35	-5,51	-94,54	-67,86	-1205,0
S43	Transporte aquaviário	-17,67	-0,05	-11,02	-5,68	-1,36	-0,23	-0,30	-10,90	-8,51	-0,30	-5,08	-3,65	-64,7
S44	Serviços portuários	-12,90	-0,03	-8,05	-4,15	-1,00	-0,17	-0,22	-7,96	-6,21	-0,22	-3,71	-2,66	-47,3
S45	Transporte dutoviário	-102,80	-0,26	-64,12	-33,03	-7,93	-1,35	-1,76	-63,41	-49,49	-1,72	-29,55	-21,21	-376,6
S46	Serviços diversos	-403,24	-1,03	-251,50	-129,58	-31,11	-5,28	-6,90	-248,71	-194,15	-6,75	-115,91	-83,20	-1477,4
	<b>Total</b>	<b>-2716,3</b>	<b>-6,9</b>	<b>-1694,2</b>	<b>-872,9</b>	<b>-209,6</b>	<b>-35,6</b>	<b>-46,5</b>	<b>-1675,4</b>	<b>-1307,8</b>	<b>-45,5</b>	<b>-780,8</b>	<b>-560,5</b>	<b>-9951,9</b>