

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA

ROBERTA TEIXEIRA REZENDE DE SOUZA

**TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS E ATIVIDADE
ECONÔMICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS INDICADORES DE
PRODUÇÃO, RENDA E EMPREGO**

JUIZ DE FORA
2021

ROBERTA TEIXEIRA REZENDE DE SOUZA

**TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS E ATIVIDADE
ECONÔMICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS INDICADORES DE
PRODUÇÃO, RENDA E EMPREGO**

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.

Orientadora: Profa. Dra. Andressa Lemes Proque

JUIZ DE FORA
2021

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

Souza, Roberta Teixeira Rezende de.

Transporte Ferroviário de Cargas e Atividade Econômica: Uma análise a partir dos multiplicadores de produção, renda e emprego / Roberta Teixeira Rezende de Souza. -- 2021.

61 f.

Orientadora: Andressa Lemes Proque

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2021.

1. Transporte ferroviário de cargas. 2. Matriz insumo-produto. 3. Multiplicadores. I. Proque, Andressa Lemes, orient. II. Título.

RESUMO

O transporte de cargas desempenha uma função importante nos fluxos de comércio entre as regiões e conta com uma rede de modais que são divididos em rodoviário, ferroviário, aquaviário e aéreo. A consolidação desses modais através de investimentos públicos e privados representa um meio de crescimento e movimentação das atividades econômicas. O objetivo dessa monografia é analisar os impactos do transporte ferroviário de cargas sobre a economia por meio da utilização de multiplicadores de produção, renda e emprego. Esses foram calculados com base na matriz de insumo-produto de 2010 divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e teve como inovação a utilização da matriz desagregada para o setor de transporte de carga, cujo trabalho foi realizado pelo grupo de pesquisa Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES). A presente monografia se apoiou na metodologia de insumo-produto de Miller e Blair (1985) para caracterizar as relações intersetoriais e mensurar os impactos que a variação na demanda final exerce sobre a produção, renda e emprego sob a ótica de uma matriz. Os principais resultados alcançados projetaram que para o transporte ferroviário de cargas o incremento de uma unidade monetária adicional exige um efeito multiplicador de 1,98 para a produção, criação de 23,81 postos de trabalho e crescimento de 0,36 de renda. As análises realizadas sobre os multiplicadores buscam contribuir para as discussões e debates em curso sobre a ampliação da malha ferroviária e direcionar na formação de políticas.

Palavras-chave: Transporte ferroviário de cargas; Matriz insumo-produto; Análise de multiplicadores.

ABSTRACT

Freight transportation plays an important role in trade flows between regions and has a network of modes that are divided into road, rail, waterway and air. The consolidation of these modes through public and private investments represents a means of growth and movement of economic activities. The objective of this monograph is to analyze the impacts of rail freight transport on the economy through the use of production, income and employment multipliers. These were calculated based on the 2010 input-output matrix released by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and had as an innovation the use of the disaggregated matrix for the freight transport sector, whose work was carried out by the laboratory research group of Territorial and Sectoral Analyzes (LATES). This monograph was based on the methodology of the input-output matrix of Miller and Blair (1985) to characterize intersectorial relations and measure the impacts that the variation in final demand has on production, income and employment from the perspective of a matrix. The main results achieved projected that for rail freight transport, the increase of an additional monetary unit requires a multiplier effect of 1.98 for production, creation of 23.81 jobs and growth of 0.36 in income. The analyzes carried out on the multipliers seek to contribute to ongoing discussions and debates on the expansion of the railway network and to guide the formation of policies.

KEYWORDS: Rail freight transport; Input-output matrix; Multiplier analysis.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço minha orientadora Andressa, por todo suporte, dedicação, competência, empenho e disponibilidade em me auxiliar na construção desse trabalho e pelo conhecimento transmitido através das disciplinas durante o curso.

À minha família pelo apoio durante todo o percurso, em especial minha mãe e meus avós.

A todos os professores da faculdade de economia que contribuíram para o meu crescimento.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

Aos meus colegas de trabalho da MRS pela motivação de todos os dias.

E por fim, a mim mesma.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALLMS – América Latina Logística Malha Sul
ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
ANTT - Agência Nacional de Transportes Terrestres
BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento
CADE – Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CNT – Confederação Nacional do Transporte
DEA - *Data Envelopment Analysis*
EFC – Estrada de Ferro Carajás
EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas
EGC - Equilíbrio Geral Computável
FICO – Ferrovia de Integração Centro-Oeste
FIOL - Ferrovia de Integração Oeste Leste
FNS – Ferrovia Norte-Sul
FTC – Ferrovia Tereza Cristina
GEE - Gases do Efeito Estufa
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
I-P - Insumo-Produto
IPL – Imposto sobre o Patrimônio Líquido
JK – Juscelino Kubitschek
LATES - Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais
MIP – Matriz de Insumo-Produto
NEWM – *Mount Newman*
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PIB – Produto Interno Bruto
PIL – Programa de Investimentos em Logística
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PND - Programa Nacional de Desestatização
PNLT – Plano Nacional de Logística e Transporte
PSI – Processo de Substituição de Importações
RFFSA - Rede Ferroviária Federal S. A

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SDE – Secretaria de Direito Econômico

SEAE – Secretaria de Acompanhamento Econômico

SISCOMEX - Sistema Integrado de Comércio Exterior

TKU – Toneladas por Quilômetro Útil

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Histórico de construção das ferrovias no Brasil	17
FIGURA 2 – Comparativo do consumo energético e emissão de CO ₂ de ferrovias e rodovias	30
FIGURA 3 – Desagregação do setor de transporte de carga.....	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Histórico de legislação das ferrovias.....	23
QUADRO 2 – Histórico de concessões.....	24
QUADRO 3 – Comparativo dos modais de carga rodoviário e ferroviário	30
QUADRO 4 – Comparativo dos estudos empíricos.....	37
QUADRO 5 – Matriz de Insumo Produto	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Investimento público e privado nas ferrovias (R\$ milhões), 2003-2005	25
GRÁFICO 2 – Comparação das matrizes de transporte de cargas, 2020.....	27
GRÁFICO 3 – Produção do transporte ferroviário (bilhões de TKU)	28
GRÁFICO 4 – Evolução da produção do transporte ferroviário de cargas e da atividade econômica, 1997-2019.....	28
GRÁFICO 5 – Comparativo no número de acidentes em ferrovias e rodovias	29
GRÁFICO 6 – Pauta de exportações brasileiras em 2019	45

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Multiplicador de Produção – MIP 2010	47
TABELA 2 - Multiplicador de Emprego – MIP 2010.....	49
TABELA 3 - Multiplicador de Renda – MIP 2010	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS E ECONOMIA	18
2.1	Histórico do Setor	18
2.2	Políticas e tendências do modal ferroviário de cargas	27
2.3	Revisão empírica	32
3	ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	40
3.1	Base de dados	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1	Multiplicador de Produção	45
4.2	Multiplicador de Emprego	48
4.3	Multiplicador de Renda	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Os serviços de transporte são responsáveis por efeitos diretos e indiretos de valor agregado e emprego em virtude das ligações da atividade com outros setores econômicos (*e.g.* fornecedores de equipamentos e peças, manutenção e reparo, companhias de seguros, consultoria). De acordo com Button (2010), a globalização, a internacionalização e o crescimento econômico doméstico em muitos países são vistos como resultados da melhoria logística. Para tanto, Button (2010) sugere que o setor precisa de uma abrangente infraestrutura de estradas, ferrovias, portos, pontes, além de sistemas de controle de tráfego aéreo. A infraestrutura da matriz de transporte de um país afeta diretamente a competitividade da economia e está atrelada ao seu desenvolvimento (COLAVITE; KONISHI, 2015). Além da alta capacidade de geração de empregos, auxilia na distribuição de renda e reduz a distância entre as zonas consumidoras e produtoras. Sendo assim, da mesma forma que as empresas dependem do transporte para receber os insumos de seus fornecedores, depende dele para viabilizar a venda dos bens produzidos (ROCHA, 2015).

Com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento de uma região através do escoamento de bens e de mercadorias e, também o deslocamento das pessoas, o transporte se mostra como fator importante na economia de um país. No Brasil, em particular, o modal ferroviário tem sido pouco aproveitado frente as suas vantagens comparativas (*e.g.* maior capacidade, eficiência) em relação a outras atividades de cargas. Dentre os modais disponíveis, o transporte ferroviário apresenta, no Brasil, uma densidade de tráfego de mercadorias e comprimento das linhas férreas baixo se analisado junto a proporção de sua extensão territorial (BARAT, 1978). Do total da matriz de transporte de cargas no Brasil, apenas 15% passa pelo modal ferroviário, enquanto em países desenvolvidos, como é o caso dos Estados Unidos e China, a representatividade se aproxima da metade (ANTT, 2020).

No caso específico das malhas de ferro, que surgiram em 1854 em meio a um contexto de uma economia com alto peso do setor externo, pode ser caracterizada como uma matriz de alto custo fixo representado pelo arrendamento da malha e dos terminais, além de um elevado volume de capital imobilizado com a compra de locomotivas e vagões. Por outro lado, os custos vinculados à mão de obra, combustível e energia são relativamente baixos, facilitando o transporte de mercadorias de baixo valor agregado e com grande peso

(FALCÃO, 2013). Destarte, o baixo aproveitamento do modal ferroviário é uma consequência da priorização do setor rodoviário que entre os anos 50 e 60, no auge da industrialização brasileira, recebeu investimentos públicos voltados para a expansão das rodovias através do Plano de Metas idealizado pelo governo da época (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017).

Nesse sentido, o transporte ferroviário assume um papel estratégico na composição da matriz do transporte de cargas brasileira e se legitima como um veículo de transformação econômica. No geral, o Brasil sofre com a baixa capilaridade e qualidade da infraestrutura de transportes, somados ao excesso de burocracia e à falta de segurança nas grandes cidades, o que prejudica a eficiência logística do país, afetando a sua competitividade (CARVALHO, 2019). Sendo assim, é papel do Estado promover acessibilidade e estimular o crescimento através de investimentos voltados ao transporte ferroviário, seja de cargas ou de passageiros. Um maior número de trens em circulação, por exemplo, reduziria o montante de caminhões e ônibus nas rodovias e vias urbanas, além de promover ganhos ambientais. Essa substituição intermodal provoca também ganhos de eficiência energética, reduz o risco de acidentes e diminui o custo do frete (CNT, 2013).

Isto posto, para que ocorra um desenvolvimento dos modais de transporte é importante que exista uma boa infraestrutura disponível para atendimento a demanda. Porém, apesar da importância para a evolução da economia brasileira ao interligar os fluxos de produção e consumo, historicamente, o setor ferroviário sofre com uma ausência de integração entre as suas diferentes modalidades (*e.g.* rodoviário, hidroviário e aéreo) e ainda carece de investimentos voltados para sua ampliação. Desde a desestatização das ferrovias, em 1996, o volume de investimentos públicos e privados aumentou da ordem de R\$0,5 bilhões para mais de R\$5 bilhões, mas apresentou estagnação diante das políticas do governo de priorização do modal rodoviário (ANTT, 2020). O investimento é apontado como indutor de desenvolvimento e crescimento dos países (HIRSCHMAN, 1961).

Essa evolução em termos de números aparece como reflexo de programas de incentivo a melhorias da infraestrutura nacional promovidas pelo Governo Federal, como é o caso do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o Programa de Aceleração do Crescimento II (PAC II), o Plano Nacional de Logística de Transporte (PNLT) e o Programa de Investimentos em Logística (PIL). Esses estímulos do Governo Federal

ganhou força a partir de 2009 e elevou a ordem de crescimento do PIB em 2010 (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Aumentos de investimentos desse cunho auxiliariam no ganho de competitividade e no relacionamento com o mercado externo, visto que para North (1977), o desenvolvimento do comércio voltado para exportação sob uma perspectiva de vantagens comparativas promove o crescimento das regiões e auxilia na especialização (NORTH, 1977).

Neste mote de pesquisa, essa monografia tem como foco central analisar o setor de transporte ferroviário de cargas no Brasil, buscando explorar a importância do investimento no setor e avaliar as contribuições da atividade ferroviária à economia brasileira, considerando a sua estrutura produtiva de 2010. Especificamente, pretende-se caracterizar as relações intersetoriais e mensurar os impactos da variação na demanda final sobre produção, renda e emprego sob a ótica de um modelo de insumo-produto. O modelo apresenta-se como uma ferramenta útil e a mais adequada para captar as relações econômicas da atividade ferroviária de cargas com os demais setores da economia. Desse modo, esta proposta de pesquisa busca a responder a um problema aplicado para a economia brasileira:

Quais seriam os efeitos econômicos em relação ao produto, emprego e renda entre a atividade ferroviária de cargas e os demais setores da economia com o crescimento da demanda final?

Para responder a essa pergunta, a presente monografia faz uso da metodologia de insumo-produto e dos multiplicadores de produto, renda e emprego. Para tanto, será utilizada a matriz nacional de insumo-produto (MIP) para o ano de 2010, disponibilizada pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) com a desagregação do setor ferroviário de cargas. A referida matriz de 2010 possui 5 serviços de transporte, sendo (1) transporte terrestre de carga, (2) transporte terrestre de passageiros, (3) transporte aquaviário, (4) transporte aéreo e (5) armazenamento e serviços auxiliares aos transportes. O trabalho de desagregação para a atividade ferroviária de cargas foi desenvolvido pelo projeto intitulado “Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira” (ver maiores detalhes em Betarelli Junior *et al.*, 2019). A nova matriz reconhece 132 *commodities*, com o trabalho de desagregação das atividades de transporte terrestre. Esse instrumental metodológico

também já foi empregado em outros trabalhos, como em Lee e Yoo (2016), que analisam os impactos econômicos dos modais ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo no período de 2000 a 2010 para a economia coreana. No Brasil, Fernandes (2017) avaliou os efeitos econômicos dos investimentos feitos pelas concessionárias ferroviárias brasileiras. A contribuição desta pesquisa para a literatura nacional é fazer uma análise detalhada do setor ferroviário de cargas e explorar os multiplicadores de produção, renda e emprego ao trazer como inovação a utilização de uma matriz desagregada para o setor. Ademais, os resultados são de grande valor para os formadores de política, visto a importância do modal.

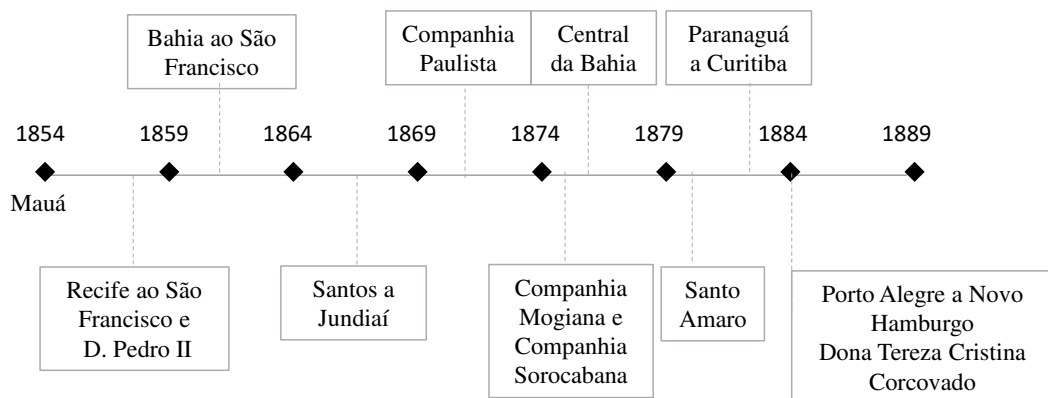
Além deste capítulo introdutório, esta monografia se organiza em mais quatro capítulos. O Capítulo 2 trata das principais características e da estrutura teórica e empírica acerca do transporte ferroviário de cargas. O Capítulo 3 descreve a metodologia do trabalho e também a base de dados utilizada. O Capítulo 4, por sua vez, discute os principais resultados alcançados na pesquisa. Por fim, o Capítulo 5 reporta as considerações finais e as possíveis extensões para pesquisas futuras.

2 TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGAS E ECONOMIA

2.1 Histórico do Setor

A eclosão da malha ferroviária no Brasil, em 1845, transcorreu em um contexto monárquico sobre regime de D. Pedro II e teve como foco principal o escoamento das *commodities* (principalmente açúcar, algodão, café e borracha) para os portos e o avanço industrial liderado por Irineu Evangelista de Souza, conhecido como Barão de Mauá (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Inicialmente, foram inaugurados 14,5 km de estrada de ferro no Rio de Janeiro que mais tarde serviu de impulso para as demais concessões¹, como é o caso das linhas indicadas na Figura 1. Dito isso, a fundação da primeira ferrovia em 1954 recebeu o nome de “Mauá” em homenagem a Irineu, e somente cinco anos depois foram construídos outros caminhos, que é o caso de Recife a São Francisco e a ferrovia D. Pedro II. Até o fim da década de oitenta foram formadas outras onze estradas de ferro que auxiliaram no processo de intensificação das exportações e da economia agroexportadora. Outros exemplos das companhias ferroviárias construídas seriam a Companhia Paulista, a Central da Bahia e a Paranaguá a Curitiba, como mostra a Figura 1.

FIGURA 1 – Histórico de construção das ferrovias no Brasil



Fonte: Elaboração Própria (2021).

Nesse contexto, o sucesso econômico do Brasil dependia das condições do mercado internacional dos produtos exportados. Sendo assim, a demanda pelos bens produzidos dependia das oscilações do crescimento mundial e era altamente influenciada pelas crises

¹ Concessão: Atribuição ou direito que o governo dá a indivíduo ou empresa, para a exploração ou execução de serviços de utilidade pública (Dicionário Michaelis).

internacionais, deixando o país exposto a uma vulnerabilidade de ser uma economia agroexportadora e com desenvolvimento voltado para fora. (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Em outras palavras, as exportações possuíam grande representatividade na geração de renda nacional e as importações eram fonte de abastecimento de bens e serviços. No entanto, no período compreendido entre 1914 e 1945 a economia externa foi abalada por crises sucessivas decorrentes de guerra e depressões que gerou uma queda na receita advinda das exportações e consequente queda da capacidade de importar.

A gravidade do desequilíbrio externo fez com que a maior parte dos governos adotasse medidas protetivas voltadas ao mercado interno para reduzir os efeitos da crise no mercado internacional. Em resumo, foi iniciado um processo de substituição das importações (PSI) que surgiu como resposta às restrições do comércio exterior e buscou acompanhar, em condições históricas distintas, a experiência de industrialização dos países desenvolvidos. Com a alteração da dinâmica de uma economia agroexportadora voltada para fora e intensificação do processo de substituição das importações, torna-se importante o atendimento da demanda interna que se fez via expansão da oferta. Isso é dado por meio do crescimento da capacidade produtiva e instalação de unidades produtivas capazes de substituir os bens anteriormente importados. Nesse sentido, a capacidade de escoamento da produção é fundamental no atendimento da demanda interna (BIELSCHOWSKY, 2000).

Ainda em um contexto de crise, o Brasil nessa época passou por um crítico cenário econômico em função da superprodução de café que foi reforçada pela política de desvalorização cambial e de valorização do café. Em 1930, com a crise internacional paralela a alta produção cafeeira, houve uma queda de preços do bem que culminou em uma intervenção do Estado que tinha o intuito de proteger o setor e, ao mesmo tempo, sustentar o nível de emprego e renda. Contudo, um único produto não era capaz de sustentar as exportações brasileiras e trouxe em evidência a fragilidade da economia agroexportadora e a necessidade de industrialização, que apesar de não ter sido iniciada nesse período passou a ser meta prioritária da política econômica (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017).

Isso exposto, o progresso do setor ferroviário nessa época foi apoiado pela dificuldade em transportar grandes quantidades de carga por percursos longos por meio do modelo hidroviário e reforçado a partir do advento da Proclamação da República no final da década de 80, com a necessidade de se associar com o ciclo agroexportador. Segundo dados divulgados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2020), em 1922 o país contava com uma malha de extensão aproximada de 29.000 km que avançou para 37.000 km no decorrer de trinta anos. Apesar das expectativas positivas, o transporte ferroviário teve um ponto de inflexão por volta de 1950 quando o governo Dutra² optou por investir no transporte rodoviário devido ao processo de urbanização e o setor deixou de ser atrativo para as empresas. Nesse momento, o Governo Federal decidiu unificar as malhas de ferro pertencentes à União com a criação da Rede Ferroviária Federal S.A (RFFSA).

No contexto financeiro, as ferrovias que integravam a RFFSA apresentaram desequilíbrios financeiros, resultante dos déficits operacionais que estavam submetidas e agravadas pelas tarifas descalibradas que não se mostraram suficientes para cobrir os custos da operação. No âmbito estrutural, os problemas vinculados à falta de qualidade e produtividade da mão de obra careciam e ainda carecem de investimentos de longo prazo. Além disso, existe no Brasil uma baixa densidade de tráfego ferroviário se comparado à extensão territorial e ao comprimento das linhas exploradas (BARAT, 1978).

Nesse sentido, apesar da unificação, o período político pelo qual o Brasil passava durante o governo de Juscelino Kubitschek (JK)³ levou a consolidação no Plano de Metas que contemplava investimentos em diversas áreas da economia (*e.g.* energia, transporte, indústria de base, alimentação e educação) e foi considerado como o período auge da industrialização brasileira. Tendo em vista esse rápido desenvolvimento da industrialização, o sistema de transportes teve papel fundamental na efetivação dos fluxos de comércio e o enfoque foi voltado para o modal rodoviário diante da criação das primeiras rodovias interestaduais. Já as estradas de ferro, ganharam maior visibilidade nos fluxos de exportação de produtos primários dado seu maior valor por unidade de peso (BARAT, 1978).

² Eurico Gaspar Dutra, 16º Presidente da República do Brasil, governou o país de 31/01/1946 a 31/01/1951.

³ Juscelino Kubitschek de Oliveira, 21º Presidente da República do Brasil, governou o país de 31/01/1956 a 31/01/1961.

Enquanto o processo de substituição de importações citado anteriormente foi uma resposta à crise externa, o presidente da época buscou promover uma estrutura industrial integrada através desses investimentos. Como foco principal, o Plano de Metas visava criar uma base industrial madura no Brasil mediante o desenvolvimento do setor produtor de bens de consumo duráveis, como por exemplo, a indústria automobilística. Como reflexo disso, os setores ferroviário e de produção de carvão mineral apresentaram baixos índices de investimento (GREMAUD, VASCONCELLOS, TONETO JUNIOR, 2017). Portanto, os investimentos ficaram distribuídos de forma que 71,3% foram voltados para as áreas de energia e transporte, com foco principalmente no modal rodoviário visto que enquanto foram construídos 17.000 km de rodovias, os investimentos para o ferroviário resultaram na construção de apenas 1.000 km, contrapondo o cenário de desenvolvimento do setor ferroviário durante o governo de Getúlio Vargas (GIAMBIAGI; CASTRO; HERMANN, 2016).

Mais tarde, no início dos anos 70, o Brasil passou novamente por um duro período econômico em função da crise do petróleo, que era fonte principal da matriz energética do país, além do rompimento do acordo internacional durante a Segunda Guerra Mundial que visava estabilizar a taxa de câmbio. O choque do petróleo elevou substancialmente, não só os preços do petróleo e de seus derivados, mas também de matérias-primas, bens intermediários e bens de capital, que dependiam de importações e alimentavam o crescimento durante os anos de milagre. Em 1973, as fábricas estavam saturadas e começaram a disputar por matéria-prima e componentes, ocasionando uma elevação dos preços. Essa escassez de insumo atingiu diversos ramos da indústria, desde aços fundidos, metais não-ferrosos, até alumínio, celulose, fertilizantes e outros produtos químicos (MANTEGA, 1997).

Durante o governo de Ernesto Geisel⁴ em 1974 consolidou-se então o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) com o objeto geral estimular a produção de insumos, bens de capital, alimentos e energia. Em relação à infraestrutura, por exemplo, a finalidade deste plano de investimentos era a ampliação da malha ferroviária, bem como da rede de telecomunicações e da infraestrutura para produção e comercialização agrícola a fim de aumentar a oferta para o mercado interno e exportação (GIAMBIAGI; CASTRO;

⁴ Ernesto Beckmann Geisel, 29º Presidente da República do Brasil, governou o país de 15/03/1974 a 15/03/1979.

HERMANN, 2016). Além de grandes mudanças estruturais, planejava-se atingir uma taxa de crescimento do PIB da ordem de 10% *a.a* durante seu mandato. O plano fez uma modificação nas prioridades da industrialização brasileira do período anterior partindo de um padrão baseado no crescimento do setor de bens de consumo duráveis com alta concentração de renda para uma economia com foco no setor produtivo de bens de capital e insumos básicos. Como resultado, o setor industrial apresentou um crescimento de 35% entre 1974 e 1979, com destaque para os setores metalúrgico, material elétrico e de papel e papelão que cresceram 45%, 49% e 50%, respectivamente. Essa tendência de crescimento indicou um redirecionamento da industrialização brasileira que passa a se voltar para o setor de insumos e de máquinas e equipamentos (GREMAUD, VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017).

Na mesma linha de investimentos do PAC, mas avançando na histórica econômica do Brasil, foram lançados o Programa de Aceleração do Crescimento II (PAC II), o Plano Nacional de Logística de Transporte (PNLT) e o Programa de Investimentos em Logística (PIL), com a finalidade de expandir a malha ferroviária e permitindo a interligação das áreas produtivas e de consumo. Esse estímulo do Governo Federal ganhou força a partir de 2009 e elevou o crescimento do PIB em 2010 para a casa de R\$ 7,53 bilhões, enquanto em anos anteriores ficou pouco acima de R\$ 5 bilhões (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Posteriormente, durante o mandato de Luiz Inácio Lula da Silva⁵ foram criados alguns programas de incentivo a melhoria da infraestrutura nacional como é o caso do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que contava com investimentos nos setores de logística (construção de ferrovias, rodovias, portos, aeroportos e hidrovias), energia e infraestrutura social e urbana. São exemplos, as ampliações da Ferrovia Norte-Sul (FNS), a construção da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (Fiol) e a construção da Ferrovia de Integração Centro-Oeste (Fico).

Conforme indicado no Quadro 1, esse direcionamento para o setor rodoviário culminou no processo de desestatização da RFFSA, baseado na Lei n.º 8.987/95 (Lei das Concessões), de acordo com as informações indicadas pela Revista do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) (BNDES, 1997), que instituiu os direitos e obrigações das empresas envolvidas no processo. Ainda no âmbito legal, foi criado o Programa Nacional

⁵ Luiz Inácio Lula da Silva, 35º Presidente da República do Brasil, governou o país de 01/01/2003 a 31/12/2010.

de Desestatização (PND) que tinha como principais objetivos a melhoria da alocação dos recursos, aumentar a eficiência operacional, fomentar o desenvolvimento do mercado de transportes e melhorar a qualidade dos serviços, que foram firmados com o decreto n.º 473, de 10/03/1998. Do ponto de vista do Estado, ainda permaneceu a função de manter o padrão de qualidade dos serviços, a modicidade das tarifas e fiscalização do patrimônio, visto que as empresas detinham a concessão de um patrimônio público.

QUADRO 1 – Histórico de legislação das ferrovias

Ano	Legislação	Resumo
1835	Decreto n° 101	Autoriza o Governo a conceder a uma ou mais Companhias, que fizerem uma estrada de ferro da Capital do Império para as de Minas Geraes, Rio Grande do Sul, e Bahia, o privilégio exclusivo por espaço de 40 anos para o uso de carros para transporte de generos e passageiros, sob as condições que se estabelecem.
1957	Lei n° 3.115	Determina a transformação das empresas ferroviárias da União em sociedades por ações, autoriza a constituição da Rede Ferroviária S.A., e dá outras providências.
1990	Lei n° 8.031	Cria o Programa Nacional de Desestatização, e dá outras providências.
1992	Decreto n° 473	Dispõe sobre inclusão, no Programa Nacional de Desestatização - PND, da Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA, da AGEF - Rede Federal de Armazéns Gerais Ferroviários S.A. e da VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.
1995	Lei n° 8.987	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências
1996	Decreto n° 1.832	Aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários.
2001	Lei n° 10.233	Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências.

Fonte: Elaboração Própria (2021).

O setor de transporte presta um serviço que está sujeito a várias formas de regulação econômica ao longo da história (BUTTON, 2010). A partir do momento em que o processo de privatização presta serviços de utilidade pública, faz-se necessária a criação de um sistema regulador que seja eficiente e com clara divisão entre o poder da concedente e o poder do regulador, cuja responsabilidade do primeiro é, além da prestação do serviço, dimensionar, planejar e tomar decisões acerca da oferta. Paralelo a isso, cabe ao sistema regulador promover as condições contratuais de forma a garantir a eficácia do serviço (GIAMBIAGI; ALÉM, 2011). Na literatura, a Teoria da Regulação é apontada como capaz de influenciar três variáveis principais: preço, quantidade e número de firmas (BIDERMAN; ARVATE, 2004).

No contexto do setor ferroviário, as concessionárias seriam as concedentes, enquanto o governo faz o papel regulador. Similarmente a defesa da livre concorrência, o objetivo principal dessa relação entre as partes citadas anteriormente é permitir o bem-estar da sociedade, eficiência na produção, segurança, defesa das regras de concorrência e proteção ambiental. Apesar da carência de regulamentação e fiscalização, a ANTT foi criada apenas em 2001 e conta com Parcerias Público-Privadas (PPPs) para expansão, manutenção e operação da malha ferroviária (CNT, 2013). No Brasil, as agências reguladoras são responsáveis por defender a concorrência e começaram a ter maior visibilidade a partir de 1994 com o monitoramento das estruturas de mercado e controle de práticas ilegais. Como exemplo, têm-se o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), Secretaria de Acompanhamento Econômico (Seae), Secretaria de Direito Econômico (SDE), entre outros. (GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Portanto, para que esse sistema seja eficiente é fundamental que exista uma política tarifária bem definida, marcos regulatórios, mecanismo claro de solução de conflitos de interesse, garantia de proteção política e econômica e um órgão regulador do setor, como é o caso da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF) e Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (GIAMBIAGI ; ALÉM, 2011).

De acordo com o Quadro 1 pode-se observar que desde o início das Concessões tiveram diversas ações do agente regulador em forma de leis e decretos para afirmar o bem-estar da sociedade e garantir a organização econômica do setor.

Além do exposto, financeiramente, o processo de desestatização gerou impactos consideráveis nas contas públicas, visto o prejuízo acumulado da RFFSA de R\$2,2 bilhões no período de 1994 a 1997, além de déficits nos cofres públicos na ordem de R\$ 300 milhões por ano (ANTF, 2012). Em contrapartida, com a virada de chave para a iniciativa privada, o governo pretendia arrecadar mais impostos com o arrendamento e concessão. Diante disso, o Governo Federal concedeu parte da malha ferroviária para sete empresas na disposição indicada pelo Quadro 2. A primeira empresa a receber foi a Ferrovia Novoeste S.A. em 1996 com uma extensão de 1.621 km, seguida pela Centro-Atlântica S.A. com 7.080 km e MRS Logística com 1.674 km. As demais concessões vieram nos anos seguintes, totalizando mais de 25.000 km distribuídos (ANTT, 2020).

QUADRO 2 – Histórico de concessões ⁷

Concessionárias	Início da Operação	Extensão (km)
Ferrovia Novoeste S.A.	01/07/1996	1.621
Ferrovia Centro-Atlântica S.A	01/09/1996	7.080
MRS Logística S.A	01/12/1996	1.674
Ferrovia Tereza Cristina S.A	01/02/1997	164
ALL - América Latina Logística do Brasil S.	01/03/1997	6.586
Companhia Ferroviária do Nordeste	01/01/1998	4.238
Ferrovias Bandeirantes S.A	01/01/1999	4.236
Total		25.599

Fonte: Elaboração Própria (2021).

Desde então, o investimento na malha ferroviária cresceu de forma considerável como um reflexo da necessidade de recuperação, como pode ser observado no Gráfico 1. Logo após o início das concessões, em 1997, o investimento no setor era de 412 milhões e atingiu o pico em 2015 com 7.656 milhões no governo Dilma⁶. Em 2016, os principais gastos que compuseram a matriz de investimento privado foram infra e superestrutura das vias, material rodante (vagões e locomotivas e sinalização). Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), o que sustentou esse salto foi o crescimento das exportações, principalmente voltada para *commodities* agrícolas. São exemplos, minério de ferro, açúcar, cereais, soja, outros (IPEA, 2018).

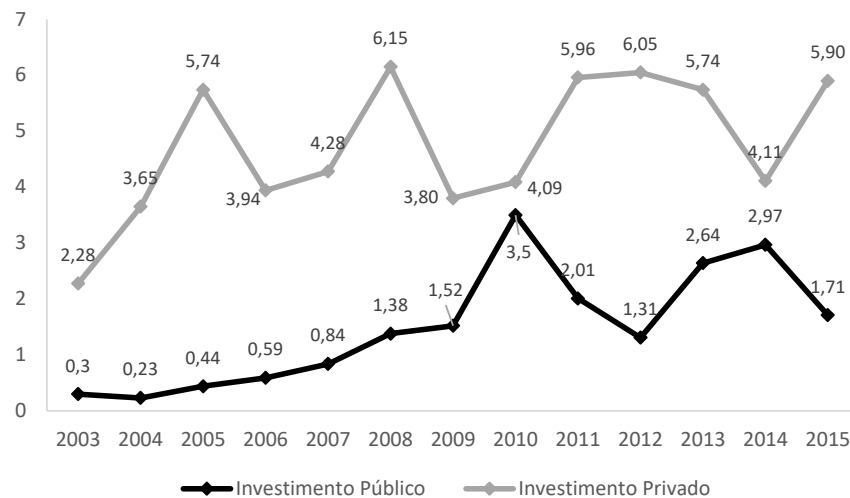
Além disso, o Gráfico 1 abaixo mostra que a disponibilidade de verba pública destinada às linhas férreas apresentou um ponto de destaque em 2010, que ao representar

⁶ Dilma Vana Rousseff, 36° Presidente da República do Brasil, governou o país de 01/01/2011 a 31/07/2016.

⁷ Representação das concessões atuais após as operações de compra e venda desde o início das operações

o cenário político brasileiro de transição do governo Lula para o novo governo em 2011, não manteve o ritmo nos anos seguintes. Em 2013 e 2014, durante o mandato de Dilma, houve novamente um destaque nos números com um pico no patamar de crescimento superior aos anos anteriores, mas novamente sem constância no ritmo visto a queda em 2015. Em contrapartida, enquanto houve queda no investimento público em 2015, o investimento privado teve destaque com cerca de R\$5,9 bilhões.

GRÁFICO 1 – Investimento público e privado nas ferrovias (R\$ bilhões), 2003-2015



Fonte: IPEA, 2016.

Além dos investimentos voltados para a infraestrutura, segundo a ANTT (2012), as concessionárias geraram um crescimento de 180,8% na geração de empregos (diretos e indiretos) durante o período de 1997 a 2012, o que movimenta o multiplicador da economia e promove crescimento para o país. Com relação ao investimento público, nota-se que a curva segue a mesma tendência do investimento privado, apesar dos números em menor escala. Trazendo para o contexto atual, em 2021 a verba autorizada para investimentos no setor de transporte como um todo atingiu a mínima histórica desde 2001 se comparados aos valores corrigidos pela inflação (CNT, 2021). Cortes de investimento desse cunho impactam tanto no nas cadeias de suprimento dos demais setores da economia quanto no desenvolvimento do setor visto que esse dinheiro aplicado na melhoria de infraestrutura dos modais auxilia no ganho de competitividade e relacionamento com o mercado externo

2.2 Políticas e tendências do modal ferroviário de cargas

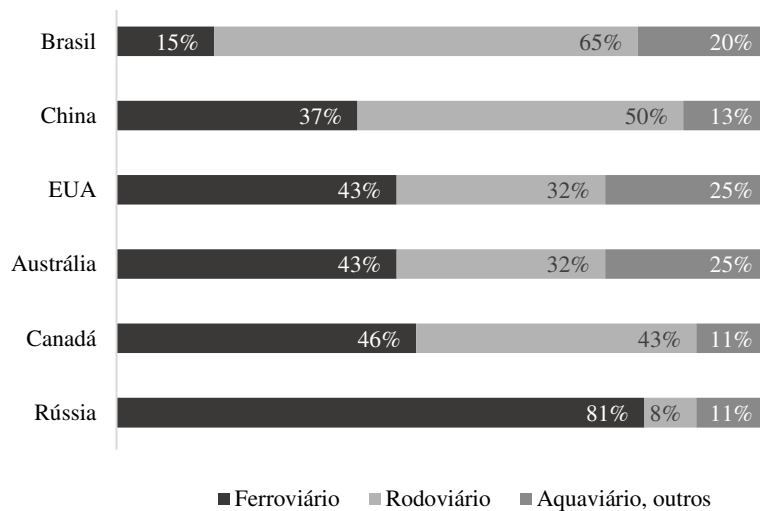
De acordo com o Teorema de Herckscher-Ohlin, voltado para o comércio internacional, cada país se especializa na produção do bem que detém vantagem comparativa, ou seja, que produz a um custo menor e troca com outro país que se especializou em outro bem. Não limitando a apenas dois bens e dois países, esse modelo também é válido para vários países e vários bens que estão em negociação a todo o momento (APPLEYARD, 2010). Nesse sentido, ao fomentar o investimento na utilização do modal ferroviário para redução dos custos logísticos das empresas e promover o desenvolvimento corrobora para o crescimento da vantagem comparativa de alguns bens produzidos internamente, reforçando a importância do investimento nas malhas ferroviárias brasileiras como meio de desenvolvimento nacional.

Seguindo no contexto internacional, North (1977) aponta tanto em sua Teoria da Localização quanto na Teoria do Crescimento Regional que por meio de melhorias no sistema de transporte uma região consegue desenvolver um comércio e especialização. Para o autor, esse desenvolvimento do comércio quando voltado para exportação e sob uma perspectiva de vantagens comparativas propicia o crescimento das regiões e o desenvolvimento de economias externas. Além disso, uma região pode se expandir como resultado do crescimento da demanda pelos bens que possui vantagem seja ele um efeito do aumento de renda, mudança de preferências ou até mesmo em função de uma melhoria no custo de processamento (NORTH, 1997). Nesse sentido, o desempenho do setor de transportes é um dos responsáveis por gerar ganhos no ambiente competitivo das empresas mediante seus mecanismos de encadeamento junto ao sistema produtivo (TOYOSHIMA; FERREIRA, 2002).

Ainda assim, comparando a utilização das matrizes de carga no Brasil com outros países de extensão territorial próxima, é notória a dependência do modal rodoviário. Conforme indicado no Gráfico 2, em 2020, enquanto o transporte de cargas brasileiro escoia mais da metade da sua produção (65%) através do modal rodoviário e 15% pelo ferroviário, nos outros países a representatividade entre os modais é igual ou menor que a metade. Na Rússia, por exemplo, apesar de toda frota de locomotivas e vagões terem sido destruídas durante a Primeira Guerra Mundial, o transporte de cargas é feito majoritariamente através das linhas férreas. Em complemento a esse fato, ao comparar o

caso do Brasil com as duas maiores potências mundiais (EUA e China) tem-se que a demanda pela malha ferroviária corresponde ao dobro da utilização brasileira (ANTT, 2020).

GRÁFICO 2 – Comparação das matrizes de transporte de cargas, 2020



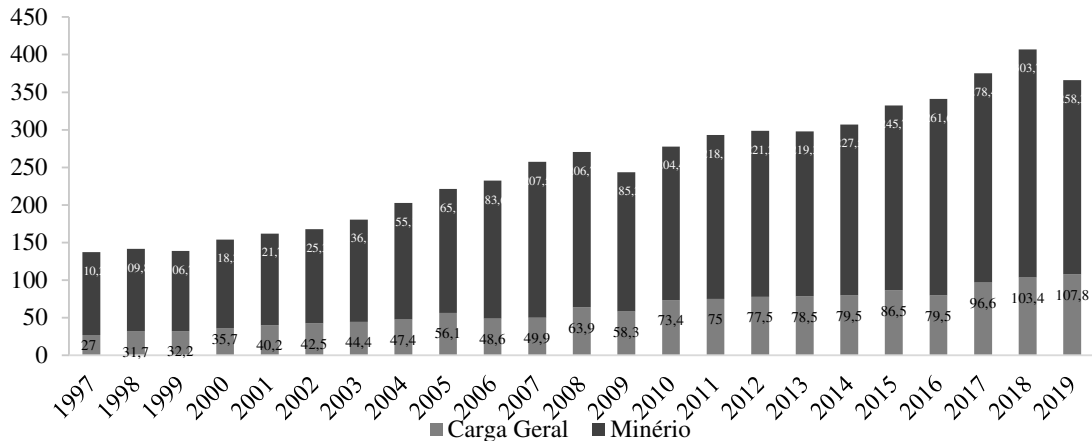
Fonte: ANTT (2020).

Vale ressaltar que a escolha do modal também está atrelada a fatores que independem de ações das empresas detentoras da produção e das concessionárias. O setor rodoviário, por exemplo, depende de investimentos públicos na infraestrutura das rodovias, enquanto o ferroviário depende de terminais adequados de carga e descarga, além da manutenção da malha. Em outras palavras, o setor ferroviário sofre com deficiências estruturais, operacionais e administrativas que inviabilizam a disputa com a matriz rodoviária (BARAT, 1978). Dessa forma, uma região ou país deve buscar viabilizar uma estrutura favorável ao fluxo de cargas através das malhas de ferro por meio melhorias de infraestrutura.

No que tange à representatividade das ferrovias no transporte de cargas no Brasil, apesar de apresentar tendência de crescimento positiva na produção desde a privatização, nota-se uma estagnação no patamar transportado de cargas na casa de 200 bilhões de toneladas por quilômetro útil (TKU) (ANTT, 2020). No ano de 2018, observa-se no Gráfico 3 um destaque no nível transportado quando comparado aos anos anteriores, mas que sofreu impacto em 2019 principalmente em função da ruptura da barragem do Córrego do Feijão em Minas Gerais dado o comprometimento da atividade extrativo

mineral da região. Com relação à composição da produção, o Gráfico 3 mostra a alta representatividade de transporte de minério se comparado com a carga geral (produtos siderúrgicos, agrícolas, contêineres, entre outros).

GRÁFICO 3 – Produção do transporte ferroviário (bilhões de TKU*)

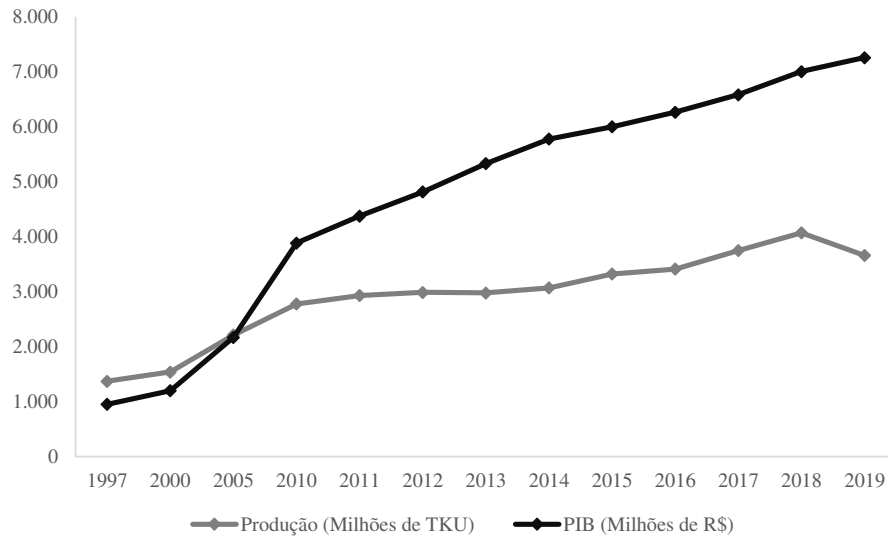


Fonte: ANTT (2020); CNT (2013).

Nota: *toneladas por quilômetro útil (TKU).

Complementar aos dados da produção, Menelau (2012) compara a evolução da TKU com a tendência de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com o autor, o desempenho do setor ferroviário em maior escala advém da demanda internacional por produtos primários, como é o caso do minério de ferro, carvão e soja. Apesar da disparidade na ordem de crescimento, no Gráfico 4, evidencia-se a tendência de ambos indicadores apresentaram um ritmo positivo desde 1997. Em 2018, o acidente de Brumadinho, conforme citado acima, levou ao decréscimo do volume transportado, mas em termos de produto nacional, o impacto não foi suficiente para declinar o indicador.

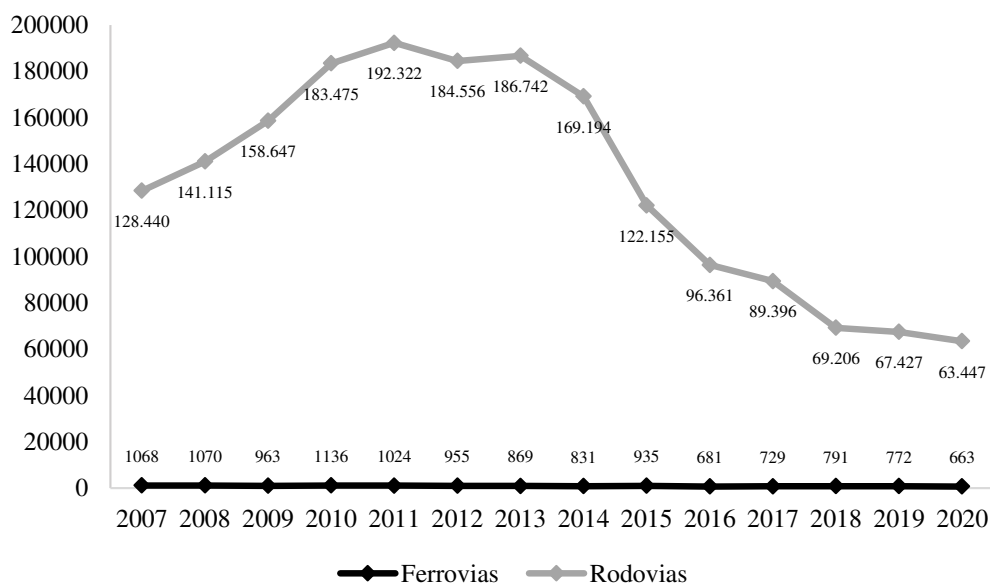
GRÁFICO 4 – Evolução da produção do transporte ferroviário de cargas e da atividade econômica, 1997-2019



Fonte: IBGE (2020); ANTT (2020)

Ainda segundo dados da ANTT (2010), para transportar 600 toneladas é preciso de 2,9 trens (aproximadamente 86 vagões), enquanto para o mesmo volume seriam necessárias 172 carretas bitrem. Nesse sentido, vale destacar as deseconomias vinculadas a grande quantidade de carretas nas estradas. Além dos congestionamentos e desgastes na infraestrutura rodoviária, há maior incidência de acidentes se comparado ao ferroviário. O Gráfico 5 mostra que somente em 2020 foram registrados 63.447 nas estradas contrapostos a 663 nas malhas de ferro (CNT, 2020).

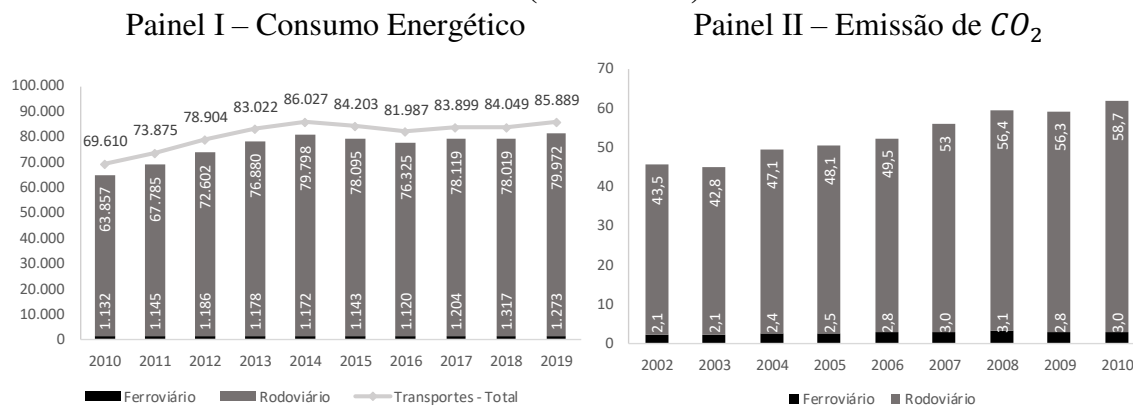
GRÁFICO 5 – Comparativo no número de acidentes em ferrovias e rodovias



Fonte: CNT (2020).

Seguindo no comparativo entre os dois modais, a Figura 2 mostra a evolução do consumo de energia para o período de 2010 a 2019 e emissão de dióxido de carbono (CO_2) de 2002 a 2010. Por meio da análise dos gráficos nota-se que o rodoviário é responsável pela maior parte do consumo energético total do setor de transportes, além de consumir, na média do período, 63 vezes mais que o ferroviário. A distribuição entre os setores não é diferente quando o comparativo se refere a emissão de CO_2 . Os caminhões emitem cerca de 20 vezes mais que os trens e são considerados o meio de transporte mais poluente de acordo com informações levantadas pelo IPEA (2018). De acordo com os dados divulgados, a cada dez milhões de toneladas transportadas pelo modal ferroviário, estima-se uma redução de 2,2 milhões de toneladas de dióxido de carbono (IPEA, 2018).

FIGURA 2 – Comparativo do consumo energético e emissão de CO_2 de ferrovias e rodovias (em milhões)



Fonte: BEN (2020); IPEA (2018).

Nesse sentido, é válido aprofundar na comparação de ambos modais. No Quadro 3 divulgado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2013), nota-se que em distâncias até 400 km o transporte rodoviário tem melhor desempenho se confrontado com a performance do ferroviário, que apresenta eficiência em longas distâncias. Apesar disso, o transporte por meio de carretas possui uma limitação do tamanho da carga, demanda de alto custo para operar e há mais incidência de acidentes e emissão de poluentes. Enquanto o transporte rodoviário é responsável pela emissão de 95% do CO_2 , o setor ferroviário é responsável por apenas 5% (IPEA, 2018).

QUADRO 3 – Comparativo dos modais de carga rodoviário e ferroviário

Modalidade	Características e Infraestrutura	Vantagens	Desvantagens
Rodoviário	-Veículo sobre rodas que opera em rodovias desejavelmente pavimentadas; -Melhor desempenho se operado em distâncias de até 400km.	-Agilidade; -Usado em qualquer tipo de carga; -Amplamente difundido e disponível; -Fácil gerenciamento; -Capilaridade.	-Limite no tamanho de carga; -Alto custo de operação; -Alto risco de roubos e acidentes; -Maior poluição.
Ferrovário	-Meio de transporte em trilhos de ferro; -Melhor desempenho se operado em distâncias entre 400 e 1500 km.	-Alta eficiência energética; -Grandes quantidades transportadas; -Baixo nível de acidentes; -Menores custos ambientais; -Baixa poluição ao meio ambiente; -Frete com custo baixo.	-Limitação do número de ferrovias; -Necessita de terminais especializados; -Depende de operação multimodal; -Falta de aporte de recursos públicos para o setor.

Fonte: CNT (2013).

Diante dos fatos expostos e caracterização do setor ferroviário de cargas, a próxima seção ilustra os trabalhos empíricos que versam sobre a atividade e os seus impactos sobre a economia.

2.3 Revisão empírica

Diversos trabalhos aplicados versam sobre o transporte ferroviário de cargas e seus efeitos na economia. Para a análise do desempenho operacional desses sistemas têm sido realizadas pesquisas utilizando a modelagem DEA (*Data Envelopment Analysis*), ou melhor, Análise Envoltória de Dados. No Brasil, por exemplo, Silva, Macambira e Rocha (2019) utilizaram dados do setor no período de 2006 a 2011 com o objetivo de medir a eficiência produtiva das ferrovias considerando retornos constantes e variáveis de escala. No modelo foi calculada a relação entre o vetor de *output* (TKU) e vetor de *input* (número de trens formados, consumo de combustível, quantidade de locomotivas e vagões utilizados e número de empregados). Os resultados obtidos indicaram que ferrovias especializadas no transporte de minérios e produtos agrícolas apresentam um nível mais elevado de eficiência.

Nessa mesma perspectiva, Marchetti e Wanke (2017) analisaram a eficiência das concessionárias ferroviárias utilizando uma regressão de *bootstrap* com a finalidade de avaliar a importância de variáveis exógenas no desempenho e verificar se a produção pode aumentar sem que a quantidade de insumos (vagões em circulação e funcionários) seja alterada. Além disso, para garantir maior poder discriminatório entre as eficiências encontradas, foi empregado o modelo DEA. As conclusões apontaram que no geral o

sistema ferroviário brasileiro opera com excesso de vagões em circulação e mão de obra, indicando uma ineficiência média de 61,7%. Sendo assim, a produção em TKU pode crescer sem que ocorra alteração dos insumos para atingir a eficiência máxima da operação.

Seguindo a mesma lógica, Reis, Sacramento e Mello (2016) também fizeram uso da modelagem de *Data Envelopment Analysis* para avaliar a eficiência das ferrovias brasileiras no transporte de cargas a fim de identificar o quanto as concessionárias ferroviárias poderiam estar produzindo com os recursos que dispõem. A escolha dos *inputs* e *outputs* foi selecionada pelo método Multicritério para Seleção de Variáveis, sendo a primeira representada pela extensão da malha, tamanho da frota de locomotivas e vagões, quantitativo de mão de obra, custo operacional e investimento total. Já os *outputs* escolhidos pelo método foram a carga transportada em TKU, receita líquida e número de clientes. A conclusão do estudo mostrou que apenas cinco concessionárias estão operando com eficiência, sendo elas América Latina Logística Malha Sul (ALLMS), Estrada de Ferro Carajás (EFC), Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), OESTE e Ferrovia Tereza Cristina (FTC).

Por sua vez, Pereira e Mello (2014) utilizaram a metodologia DEA com a finalidade de qualificar tecnicamente as concessionárias, visando conceder a essas o domínio em uma futura expansão da malha ferroviária. Os *inputs* aplicados foram à meta de carga transportada e a extensão da malha de domínio, enquanto para os *outputs* foram consideradas a carga real transportada e a receita. Como resultado, a MRS Logística S.A., com mais de 50% do mercado nacional, apresentou eficiência crescente, sem oscilações, sendo a mais indicada para futuros investimentos.

Focando na infraestrutura ferroviária mundial, Kabasakal, Kutlar e Sarikaya (2015) recorreram a metodologia DEA objetivando auferir índices de eficiência de 31 empresas que detém a concessão ferroviária. Os escores de eficiência foram usados como variáveis dependentes e as saídas como variáveis independentes. Associado a isso, aplicaram o Índice de Malmquist, que levou a conclusão de que a produtividade total dos fatores aumentou em 0,03% no período de 2000 a 2009. Além disso, foi observado que apenas cinco empresas apresentam a eficiência técnica ininterruptamente ao longo dos anos analisados.

Ainda no cenário mundial, mas trazendo como ponto central a eficiência das malhas especializadas no transporte de minério de ferro e pelotas, Fontan (2018) comparou o desempenho de 12 ferrovias que tem como foco esses produtos. O estudo abrangeu dados de duas ferrovias do Brasil, cinco da Austrália, duas do Canadá, uma da Libéria, da Suécia e Mauritânia. A finalidade do trabalho foi mensurar e comparar a eficiência dessas empresas, identificando seu posicionamento frente às demais. Como variável de *input* foi considerada a quantidade de vagões, enquanto a TKU foi utilizada como *output*. No resultado obtido, as concessionárias a seguir, Estrada de Ferro Carajás (EFC), Mount Newman (NEWM) e Fortescue, se destacaram ao apresentarem a eficiência esperada.

Doomernik (2015) por meio da modelagem DEA associada ao Índice de Produtividade de Malmquist para comparar o desempenho de quatro sistemas ferroviários no período de 2007 a 2012 com o intuito de identificar os sistemas mais eficientes e os fatores que contribuem para o aumento de performance na produção e comercialização. As análises de Doomernick mostram que os sistemas ferroviários asiáticos superaram o modelo Europeu visto sua alta eficiência na produção e nível de serviço. Além disso, os resultados indicaram uma correlação negativa entre esses dois fatores, sendo um efeito mais presente na Europa, em que o aumento de 10% na eficiência da produção vem com uma perda de 7% no nível de serviço.

Vários pesquisadores aprofundaram suas análises sobre o setor de transporte a partir dos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) e de Insumo-Produto (I-P). Betarelli Junior, Domingues e Hewings (2020) construíram um modelo EGC para avaliar os impactos econômicos de uma revisão tarifária no frete ferroviário e também os efeitos sobre as famílias. A dinâmica do modelo foi baseada em três mecanismos, sendo o primeiro sobre a relação entre investimento e estoque de capital, o segundo uma relação positiva entre o investimento e a taxa de retorno esperada, e o último sobre o processo de ajuste no mercado de trabalho através da relação entre o crescimento real dos salários e a oferta de emprego. No geral, os resultados mostraram que uma revisão tarifária no setor ferroviário beneficiaria a economia brasileira. Tratando do cenário no curto prazo, o efeito da política indicou um crescimento da atividade econômica que foi refletida no aumento de preços e custos internos. Já no longo prazo, a balança comercial apresentou impacto

positivo associado a uma expansão econômica e de outros componentes da demanda final, como é o caso do consumo das famílias.

Já Fernandes (2017) utiliza da Matriz de Insumo Produto para analisar os efeitos econômicos dos investimentos feitos pelas concessionárias ferroviárias brasileiras através de um choque desagregado para cada modalidade de investimento. No modelo foram analisados os efeitos em alguns indicadores macroeconômicos (PIB, emprego, produção doméstica, impostos e importação). Os resultados indicaram efeitos positivos, principalmente na importação (incremento de 0,73%) e na captação de impostos, como é o caso do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) e do Imposto sobre o Patrimônio Líquido (IPL) que cresceriam 0,59%. No que tange o impacto no PIB, o crescimento foi na ordem de 0,49%, enquanto o choque provocaria um aumento de 0,47% no setor de produção, 0,38% no emprego e 0,37% nas remunerações. Além disso, em uma análise setorial, o acréscimo na produção teve no setor de Construção Civil que representou 33,7% de variação, acrescentando por volta de R\$8,72 bilhões na economia.

Maoh, Kanaroglou e Woudsma (2008) também utilizaram da metodologia I-P para avaliar o impacto do clima nos transportes e na economia do Canadá através de fluxos de comércio entre as regiões por meio de caminhões e ferrovias entre as 76 regiões econômicas do Canadá para 43 *commodities*. O principal desafio encontrado no trabalho foi estabelecer uma relação entre variáveis meteorológicas e velocidades de viagens rodoviárias e ferroviárias. De acordo com o resultado apresentado no artigo dos autores, mudanças na frequência dos eventos climáticos geram atrasos nas viagens, que por sua vez, influenciam os fluxos comerciais entre as regiões. Portanto, como a tendência de um produto ser transportado por caminhão diminuirá à medida que o tempo de viagem nas rodovias aumentar e esse meio de transporte aparece como mais sensível à redução de velocidade diante de uma variação metrológica, é esperada uma migração para ferrovias.

O trabalho de Lee e Yoo (2016) aplica o modelo de Insumo Produto visando uma análise crítica dos impactos econômicos dos meios ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo na Coreia durante o período de 2000 a 2010. Os resultados obtidos mostraram que perante um alto crescimento das atividades econômicas, os setores de transporte não são muito afetados pelas flutuações. De maneira similar, caso ocorra uma recessão, o impacto

no setor é menor do que nos demais. Em números, um aumento de 10% nas taxas de serviço de transporte gera um incremento de 0,010-0,016% nas ferrovias, 0,099-0,219% para rodovias, 0,008-0,011% nas hidrovias e 0,028-0,040% no aéreo.

Verikios e Zhang (2012) exploraram as mudanças nos portos australianos e empresas de frete ferroviário em 1990, juntamente com seu impacto na renda familiar mediante ao uso de um modelo EGC para a Austrália. O trabalho dos autores mostrou que mudanças estruturais levam a um aumento no bem-estar das famílias, apresentando um crescimento global de 0,18%. Ademais, estima-se que a desigualdade de renda tenha diminuído na ordem de 0,02%, conforme indicado pelo Índice de Gini, concluindo que alterações nos portos e empresas de frete ferroviário geram impacto positivo na economia.

A mesma metodologia EGC pode ser empregada para projetar tanto os impactos microeconômicos, quanto os macroeconômicos, associados a uma determinada malha ferroviária específica, conforme apresentado por Oliveira, Moraes e Porto Junior (2020). Em seu estudo foram analisados 28 produtos e setores com base na Matriz de Insumo Produto com o objetivo de avaliar os impactos econômicos da concessão da Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL) para o estado da Bahia. A conclusão do trabalho foi que no âmbito microeconômico houve uma expansão da produção voltada para o setor agrícola e indústria extrativa, além de uma queda nos preços de bens primários, ao passo que no cenário macro, os choques de eficiência afetaram o emprego e salário em todas as projeções.

Alguns autores exploraram o modelo EGC para estudar o sistema ferroviário e os desdobramentos dessa atividade sobre as emissões de poluentes, particularmente sobre os gases do efeito estufa (GEE). Boonpanya e Masui (2021) aprofundaram suas análises no impacto socioeconômico na Tailândia com a introdução de opções que mitigam os GEE. A pesquisa dos autores foi dividida em três fases, sendo que no primeiro cenário não há limitação das emissões totais dos gases. No segundo há uma limitação de 20% na emissão, enquanto na terceira etapa são apresentadas opções de mitigação para os quatro setores de transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo). Como resultado, o cenário que limitou a emissão dos GEE apresentou queda de 2,1% no PIB e 3,5% no consumo se comparado ao cenário livre. Além disso, a introdução de opções que possam mitigar o impacto gerou uma perda de 1,04% no PIB e 0,9% no consumo em comparação ao cenário anterior. Dessa forma, a economia da Tailândia pode sofrer perdas na produção

caso ocorra uma limitação na emissão dos gases do efeito estufa, mas que a introdução de opções que amenizam ajudará a compensar a perda.

Na mesma linha, Chen *et al.* (2016) desenvolveram um modelo EGC para avaliar o impacto do investimento ferroviário na economia chinesa e também sobre o meio ambiente. Foram simulados diversos cenários, sendo eles o impacto direto no uso da terra, a expansão da produção, a redução de custos, o aumento de produtividade, a substituição da demanda de transporte e a demanda induzida. Os resultados mostraram que os investimentos no setor ferroviário chinês geraram estímulos positivos através da expansão da produção. Em contrapartida, o uso da terra para construção de malhas de ferro impacta negativamente o PIB devido ao consumo de terras aráveis, mas apresenta pequena relevância frente ao desenvolvimento total. Sendo assim, o investimento ferroviário no período de 2002 a 2013 contribuiu para um aumento de 0,29% no produto nacional, *ceteris paribus*.

Ainda tratando do modelo EGC, Ribeiro (2018) analisou os impactos econômicos resultantes de um aumento na produtividade no setor ferroviário de cargas brasileiro, tanto no curto quanto no longo prazo através de dados do ano de 2010, contribuindo para o debate sobre o efeito das concessões das ferrovias e auxiliando na formulação de políticas públicas voltadas ao setor. Como resultado, o trabalho indicou que os ganhos de produtividade do setor ferroviário promoveriam um aumento do nível de atividade econômica apontando um crescimento do PIB na ordem de 0,007% no longo prazo e 0,006% no curto. Com relação às variações na balança comercial, o resultado foi um crescimento de 0,027% das exportações e uma queda de 0,01% das importações. Além disso, observou-se uma tendência positiva de crescimento do salário real e estoque de capital, que no longo prazo apresentaram aumento de 0,007% e 0,003% respectivamente.

Por fim, Pruitichaiwiboon, Lee e Lee (2012), desenvolvem seu trabalho com a metodologia EGC a fim de avaliar o impacto ambiental do transporte ferroviário e rodoviário na Coreia do Sul. As análises foram baseadas a partir da estimação do consumo total de energia e emissão de dióxido de carbono (CO_2) na utilização de veículos de passageiros e transporte de cargas. Os resultados apontaram que o modal ferroviário gerou 130,88 kg de CO_2 , sendo a etapa de construção e da cadeia de abastecimento os principais contribuintes para o número (compôs 50% do todo). Já o rodoviário emitiu 1.879,86 kg

em base *per capita*, sendo que a principal contribuição para a emissão do gás se deu na fase de operação (responsável por 70% do total).

O Quadro 4 resume os principais trabalhos aplicados que tratam sobre o serviço ferroviário de cargas. Contudo, essa monografia se aproxima dos trabalhos supracitados ao fazer uma análise dos impactos macroeconômicos da utilização das ferrovias brasileiras para transporte de cargas em relação à temática. Ao utilizar uma matriz de insumo-produto nacional para o ano de 2010 com a desagregação do setor e calcular os multiplicadores de produção, renda e emprego, esta pesquisa se diferencia dos trabalhos citados. Note que dentro do contexto deste trabalho têm-se outros na literatura que utilizaram a modelagem insumo-produto. Com a exceção dos estudos de Maoh, Kanaroglou e Woudsma (2008), Lee e Yoo (2016) e Fernandes (2017), os demais trabalhos revisados não contemplam o uso de modelos de insumo-produto, o que representa uma lacuna a ser explorada e detalhada.

QUADRO 4 – Comparativo dos estudos empíricos

Autor	Objetivo	Método	Conclusão
Silva, Macambira e Rocha (2019)	Medir a eficiência produtiva das ferrovias considerando retornos constantes e variáveis de escala	DEA	Ferrovias especializadas no transporte de minérios e produtos agrícolas apresentam um nível mais elevado de eficiência
Marchetti e Wanke (2017)	Avaliar a importância de variáveis exógenas na eficiência das concessionárias ferroviárias e verificar se a produção pode aumentar sem que a quantidade de insumos seja alterada.	DEA	O sistema ferroviário brasileiro opera com excesso de vagões em circulação e mão de obra, indicando uma ineficiência média de 61,7%
Reis, Sacramento e Mello (2016)	Identificar o quanto as concessionárias ferroviárias poderiam estar produzindo com os recursos que dispõem	DEA	Apenas cinco concessionárias estão operando com eficiência, sendo elas ALLMS, EFC, EFVM, OESTE e FTC
Pereira e Mello (2014)	Qualificar tecnicamente as concessionárias, visando conceder a essas o domínio em uma futura expansão da malha ferroviária	DEA	A MRS Logística S.A. apresentou eficiência crescente, sem oscilações, sendo a mais indicada para futuros investimentos
Kabasakal, Kutlar e Sarikaya (2015)	Auferir índices de eficiência de concessionárias ferroviárias	DEA	A produtividade total dos fatores aumentou em 0,03% no período de 2000 a 2009
Fontan (2018)	Comparar o desempenho de ferrovias especializadas no transporte de minério de ferro e pelotas com as demais	DEA	As concessionárias EFC, NEWM e Fortescue se destacaram ao apresentarem os maiores índices de eficiência
Doomernik (2015)	Identificar os sistemas ferroviários mais eficientes e os fatores que contribuem para o aumento de performance na produção e comercialização	DEA	Há uma correlação negativa entre a eficiência na produção e eficácia do serviço
Betarelli Junior, Domingues e Hewings (2020)	Avaliar os impactos econômicos de uma revisão tarifária no frete ferroviário e os efeitos sobre as famílias	EGC	No curto prazo, o efeito da política indicou um crescimento da atividade econômica e no longo prazo, a balança comercial apresentou impacto positivo associado a uma expansão econômica e de outros componentes da demanda final
Fernandes (2017)	Analisar os efeitos econômicos dos investimentos feitos pelas concessionárias ferroviárias	I-P	O investimento gerou um efeito positivo com o incremento das importações, da captação de impostos e crescimento do PIB
Lee e Yoo (2016)	Analisar os impactos econômicos dos meios ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo na Coreia durante o período de 2000 a 2010	I-P	Um aumento de 10% nas taxas de serviço de transporte gera um incremento de 0,010-0,016% nas ferrovias, 0,099-0,219% para rodovias, 0,008-0,011% nas hidrovias e 0,028-0,040% no aéreo
Maoh, Kanaroglou e Woudsma (2008)	Avaliar o impacto do clima nos transportes e na economia do Canadá	I-P	Mudanças na frequência dos eventos climáticos geram atrasos nas viagens, que por sua vez influenciam os fluxos comerciais entre as regiões e impactam positivamente na migração para o modal ferroviário
Verikios e Zhang (2012)	Avaliar as mudanças nos portos australianos e empresas de frete ferroviário em 1990, juntamente com seu impacto na renda familiar	EGC	Houve um crescimento global de 0,18% do bem-estar das famílias e uma redução de 0,02% no Índice de Gini
Oliveira, Moraes e Porto Junior (2020)	Projetar os impactos micro e macroeconômicos associados a concessão da Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL) para o estado da Bahia	EGC	Houve uma expansão da produção voltada para o setor agrícola e indústria extrativa e uma queda nos preços de bens primários, ao passo que no cenário macro, os choques de eficiência afetaram o emprego e salário em todas as projeções
Boonpanya e Masui (2021)	Identificar os desdobramentos do transporte ferroviário sobre as emissões de gases do efeito estufa (GEE)	EGC	A economia da Tailândia pode sofrer perdas na produção caso ocorra uma limitação na emissão dos gases do efeito estufa, mas que a introdução de opções que mitigam o impacto ajudará a compensar a perda
Chen <i>et al.</i> (2016)	Avaliar o impacto do investimento ferroviário na economia e no meio ambiente aplicados a China	EGC	O investimento ferroviário no período de 2002 a 2013 contribuiu para um aumento de 0,29% no produto nacional
Pruitichaiwiboon, Lee e Lee (2012)	Avaliar o impacto ambiental do transporte ferroviário e rodoviário na Coreia do Sul	EGC	O modal ferroviário gerou 130,88 kg de CO ₂ , enquanto o rodoviário emitiu 1.879,86 kg em base per capita
Ribeiro (2018)	Avaliar os impactos econômicos resultantes de um aumento na produtividade no setor ferroviário de cargas brasileiro	EGC	Ganhos de produtividade do setor ferroviário promoveriam um aumento do nível de atividade econômica, consumo das famílias e nas exportações brasileiras

Fonte: Elaboração Própria (2021).

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

O funcionamento de uma economia se baseia no equilíbrio entre a oferta e a demanda. Nesse sentido, o modelo de insumo-produto (I-P) desenvolvido por Wassily Leontief (1983) consiste em um sistema de equações lineares que descreve a distribuição de um produto da indústria em toda a economia, indicando então como os setores estão relacionados entre si (GUILHOTO, 2011).

O modelo I-P tem sido cada vez mais aplicado a uma múltipla variedade de tópicos nas últimas quatro décadas (MILLER; BLAIR, 2009). Como o modelo foi considerado útil para lidar com várias questões relacionadas ao setor de transporte, este foi amplamente empregado em certos trabalhos aplicados (ver, por exemplo, Yu, 2017). Plaut (1997) examinou a relação entre os usos de serviços de transporte e comunicações usados pelas indústrias nos países da Comunidade Europeia com base na modelagem I-P. Buscando avaliar e mensurar os benefícios da política de frete do plano regional de transporte de Illinois, Seetharaman, Kawamura e Bhatta (2003) exploraram o modelo I-P mediante aumentos na produção e na demanda da indústria de frete automotivo. Os resultados apontaram que os impactos diretos, indiretos e induzidos para uma economia de US\$ 270 milhões ultrapassaram US\$ 675 milhões e geraram quase 7.000 empregos por ano. Já Ham, Kim e Boyce (2005) utilizaram um modelo de I-P a fim de avaliar os impactos econômicos de interrupções na rede de transporte causadas por eventos inesperados, tais como terremotos, visto que perdas e danos têm efeitos significativos na economia da região onde o evento ocorre e também em outras regiões.

Por sua vez, Kwak, Yoo e Chang (2005) desenvolveram uma estrutura de I-P para examinar o papel da indústria marítima na economia nacional da Coreia no período entre 1975 a 1998. Doll e Schaffer (2007) aplicaram a modelagem I-P com a finalidade de avaliar os impactos econômicos do sistema de pedágio de veículos pesados de mercadorias na Alemanha. Os autores estudaram os efeitos positivos sobre o emprego em um cenário de reingresso da receita do pedágio na economia. O trabalho de Nealer *et al.* (2011) desenvolveu um modelo para aproximar as cadeias de abastecimento para o transporte incorporado em produtos. Segundo os autores, a atividade com o maior transporte de cargas é o de produtos de petróleo. Nealer, Matthews e Hendrickson (2012) aplicaram o modelo I-P para estimar a energia e as emissões em toda a cadeia de

abastecimento do transporte de carga nos EUA. Um dos cenários analisados foi à mudança de todos os caminhões para ferrovias. Finalmente, Bachmann, Roorda e Kennedy (2016) abordaram em seu trabalho a forma em que os padrões de comércio global se alteram a partir de novos custos de transporte globais e para quais países os novos padrões de comércio global seriam benéficos ou prejudiciais. Para aprofundar na avaliação e quantificar o tamanho dos impactos, utilizaram o modelo I-P para explicar uma mudança nos padrões de comércio. Como resultado, o Canadá foi apontado como o país mais suscetível a impactos econômicos negativos causados por reduções nos custos globais de transporte, principalmente devido a sua importante relação comercial com os Estados Unidos.

O modelo é geralmente construído a partir de observações econômicas dos dados para uma região geográfica específica e visam quantificar os impactos na produção. A estrutura teórica de implementação do modelo de insumo-produto nesse estudo segue a especificação de Miller e Blair (2009), cujas linhas da matriz descrevem a distribuição da produção de um setor na economia. As colunas são compostas dos insumos necessários para que determinado setor produza. Sendo assim, o método de I-P é descrito por conjunto de n equações lineares, com n setores e n incógnitas, no qual cada uma delas descreve a distribuição dos produtos de uma indústria pela economia, conforme representação do Quadro 5 (GUILHOTO, 2011).

Quadro 5 – Matriz Insumo Produto

		Produtores como consumidores							Demanda Final				
		Agricultura	Mineração	Construção	Manufatura	Comércio	Transporte	Serviços	Outras Indústrias	Consumo Pessoal	Investimento	Gastos do Governo	Exportações Líquidas
Produtores	Agricultura												
	Mineração												
	Construção												
	Manufatura												
	Comércio												
	Transporte												
	Serviços												
	Outras Indústrias												
Valor Adicionado	Trabalhadores	Remuneração dos trabalhadores							Produto Interno Bruto				
	Empresários	Rendimentos e subsídios											
	Governo	Impostos indiretos											

Fonte: Miller e Blair (2009).

Nota-se que a Matriz Insumo Produto indica que as vendas entre os setores podem ser aproveitadas dentro do processo produtivo ou podem ser consumidas pelas famílias, governo, investimento, exportações. Para que esse movimento ocorra é necessária uma

quantidade de insumos (muitas vezes pode advir de uma importação) que vão gerar valor adicionado através de remuneração e emprego (GUILHOTO, 2011).

Considerando x_i como a saída total (produção) do setor i e por f_i a demanda final total para o produto do setor i , é possível escrever uma equação explicando a forma como o setor i distribui seu produto por meio de vendas a outros setores e à demanda final. Na equação 01, o termo z_{ij} representa as vendas interindustriais por setor i (também conhecidas como vendas intermediárias) para todos os setores j :

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (01)$$

O grau de interdependência é obtido através do coeficiente técnico representado pela seguinte fórmula:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (02)$$

Sendo a_{ij} o grau de interdependência, x_{ji} o valor da transação intermediária e x_j o valor bruto da produção. O resultado obtido dessa equação vai indicar a proporção da transação intermediária que compõe o valor bruto da produção de um setor. Além disso, o coeficiente é visto como uma medida fixa entre a produção de um setor e seus insumos.

Substituindo a equação (02) em (01), tem-se:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\ x_i &= a_{i1}x_1 + \dots + a_{ii}x_i + \dots + a_{in}x_n + f_i \\ x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{ni}x_i + \dots + a_{nn}x_n + f_n \end{aligned} \quad (03)$$

Para transformar a equação em uma construção matricial do modelo, tem-se:

$$(I - A)X = F \quad (04)$$

Representada pela matriz: $I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

Como a matriz I é uma identidade $n \times n$, pode-se resolver a equação (04) da seguinte forma:

$$X = (I - A)^{-1} F = Lf \quad (05)$$

Em que $(I - A)$ é a matriz de Leontief, $(I - A)^{-1}$ é sua inversa e X representa a produção total necessária para suprir a demanda final. (MILLER; BLAIR, 2009).

Além disso, os autores desenvolveram diversas equações matemáticas para explicar o efeito multiplicador em vários cenários da economia. Os multiplicadores estimam os efeitos de uma mudança exógena sobre o produto de determinado setor da economia, a renda auferida pelas famílias e o emprego. Por exemplo, é possível determinar a variação no produto total de um determinado setor X se a demanda final aumentar em 10% devido a mudanças nas preferências do consumidor. De outro modo, tais multiplicadores permitem estimar a partir de um aumento da demanda final o impacto, tanto direto como indireto, de cada setor sobre a renda, o emprego, as importações, entre outros.

Nessa presente monografia serão utilizados os multiplicadores de produto, renda e emprego para estimar os efeitos do transporte ferroviário de cargas na economia brasileira. O multiplicador de produção para um determinado setor j é definido como o valor total da produção em todos os setores da economia que é necessário para satisfazer a demanda final de uma unidade monetária por saída do setor j , levando em consideração os efeitos diretos e indiretos do produto:

$$m(o)_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (06)$$

O multiplicador do emprego estima a quantidade de emprego gerada em cada setor da economia a partir de uma unidade monetária produzida para a demanda final, sendo representada pela equação abaixo:

$$m(h)_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{n+i} \cdot il_{ij} \quad (07)$$

Por seu turno, no multiplicador de renda é possível quantificar a nova renda gerada nos setores da economia a partir de um aumento de uma unidade monetária na demanda final em um determinado setor. Dessa forma, o multiplicador de renda permite estimar o impacto das despesas com demanda final na renda das famílias. Sua forma matemática simples é expressa pela seguinte equação:

$$m(h)_j^I = \frac{m(h)_j}{a_{n+1,j}} \quad (08)$$

3.1 Base de dados

Este estudo utiliza a matriz nacional de insumo-produto (MIP) para o ano de 2010, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cabe mencionar que a MIP 2010 apresenta 67 setores econômicos e 127 produtos, conforme a versão do Sistema de Contas Nacionais do IBGE do ano de 2010. Um modelo nacional de insumo-produto reconhece tradicionalmente cinco componentes de demanda final, quais sejam: consumo das famílias, consumo do governo, exportações, investimentos (formação bruta de capital fixo) e variação de estoques (IBGE, 2010). Contudo, para este estudo a matriz reconhece 132 *commodities*, com o trabalho de desagregação das atividades de transporte terrestre.

O trabalho de abertura mantém e respeita as informações iniciais do IBGE, sendo desenvolvido no projeto de pesquisa intitulado “Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira” (ver maiores detalhes em Betarelli Junior *et al.*, 2019). Os procedimentos foram realizados pelo grupo de pesquisa Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES) da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora. A Figura 3 ilustra essa desagregação do setor de transporte de carga pela ótica das linhas, desenvolvida pelo projeto citado, nas seguintes atividades: ferroviário, rodoviário e dutoviário.

FIGURA 3 – Desagregação do setor de transporte de carga

Matriz de insumo-produto	Vetor de demanda final
Transporte terrestre de carga (1) Transporte ferroviário de carga (2) Transporte rodoviário de carga (3) Transporte dutoviário	

Fonte: Betarelli Junior *et. al* (2019).

A utilização da matriz insumo-produto desagregada através do processo de diagonalização na transformação de uma matriz produto por setor em produto por produto causa uma limitação inerente ao processo visto que a estrutura de custo dos transportes desagregados carrega as características do setor. Dessa forma, os modais vão apresentar multiplicadores muito próximos ou idênticos e representam a estrutura de custos original.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A matriz de insumo-produto permite o cálculo de diferentes tipos de multiplicadores, sendo que os mais utilizados são aqueles que refletem os efeitos de mudanças exógenas sobre a produção dos setores na economia, renda ganha pelas famílias e o emprego que se espera gerar devido ao aumento da produção (MILLER; BLAIR, 1985). Em outras palavras, os multiplicadores possibilitam a estimação dos impactos diretos e indiretos que o incremento de uma unidade na demanda final pode gerar na produção, emprego, renda, entre outras atividades econômicas. Tais análises buscam compreender como a economia funciona e como os setores interagem entre si (GUILHOTO, 2011).

Nos tópicos que seguem serão apresentados os resultados encontrados com base na desagregação das atividades de transporte terrestre na Matriz Insumo Produto de 2010 (IBGE, 2010), conforme reporta a subseção 3.1. Em termos metodológicos, inicialmente foi necessário transformar a matriz produto por setor em produto por produto. De forma similar, é feito o mesmo trabalho para o valor adicionado para se ter uma matriz balanceada e se realizar, posteriormente, os cálculos dos multiplicadores. De maneira geral, esses podem ser suporte na formação de políticas de desenvolvimento de um país, como é o caso do multiplicador de emprego. Ademais, o multiplicador de produção pode auxiliar na construção de políticas voltadas ao crescimento e direcionar os esforços (RIBEIRO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2021). No que se refere a interpretação dos resultados obtidos, os indicadores representam quantas unidades monetárias são necessárias para cada aumento de 1 unidade monetária na demanda final.

4.1 Multiplicador de Produção

O multiplicador do produto representa o valor total de produção de toda a economia que é adicionado para atender a variação de uma unidade na demanda final dos produtos e atividades. Na Tabela 1 apresentada abaixo foram elencados os 132 produtos trabalhados na Matriz de Insumo Produto (IBGE, 2010) de acordo com a ordem de grandeza do multiplicador, ou seja, do seu impacto na economia.

Tabela 1- Multiplicador de Produção – MIP 2010

Ordem	Produto	Multiplicador de Produção	Ordem	Produto	Multiplicador de Produção
1	Pescado industrializado	2,51	67	Carvão mineral	1,88
2	Carne de suíno	2,51	68	Serviços de impressão e reprodução	1,88
3	Carne de bovinos e outros prod. de carne	2,50	69	Minerais não-metálicos	1,87
4	Outros produtos do laticínio	2,49	70	Eletricidade, gás e outras utilidades	1,85
5	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	2,44	71	Produtos de indústrias diversas	1,85
6	Carne de aves	2,43	72	Edificações	1,83
7	Rações balanceadas para animais	2,40	73	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv.	1,83
8	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e su	2,38	74	Móveis	1,83
9	Café beneficiado	2,38	75	Serviços especializados para construção	1,83
10	Óleos e gorduras vegetais e animais	2,32	76	Obras de infra-estrutura	1,82
11	Óleo combustível	2,32	77	Artigos do vestuário e acessórios	1,82
12	Combustíveis para aviação	2,32	78	Serviços de alimentação	1,80
13	Gasóócool	2,32	79	Aves e ovos	1,77
14	Naftas para petroquímica	2,32	80	Suínos	1,77
15	Diesel - biodiesel	2,32	81	Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça	1,76
16	Etanol e outros biocombustíveis	2,31	82	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão	1,76
17	Açúcar	2,29	83	Leite de vaca e de outros animais	1,76
18	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	2,29	84	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e e	1,76
19	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	2,29	85	Transporte aquaviário	1,74
20	Outros produtos do refino do petróleo	2,27	86	Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletrom	1,74
21	Outros produtos alimentares	2,25	87	Componentes eletrônicos	1,73
22	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	2,23	88	Livros, jornais e revistas	1,73
23	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	2,22	89	Organizações patronais, sindicais e outros serviços e	1,70
24	Produtos do fumo	2,21	90	Serviços pessoais	1,70
25	Automóveis, camionetas e utilitários	2,21	91	Produtos farmacêuticos	1,69
26	Caminhões e ônibus, incl. cabines, carrocerias e re	2,20	92	Material eletrônico e equip. de comunicações	1,69
27	Ferro-gusa e ferroligas	2,19	93	Transporte aéreo	1,69
28	Semi-acabados, laminados planos, longos e tub	2,19	94	Máquinas para escritório e equip. de informática	1,68
29	Bebidas	2,18	95	Milho em grão	1,68
30	Peças e acessórios para veículos automotores	2,14	96	Soja em grão	1,68
31	Celulose	2,14	97	Outros produtos e serviços da lavoura temporária	1,68
32	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	2,14	98	Laranja	1,67
33	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	2,13	99	Outros produtos da lavoura permanente	1,67
34	Produtos químicos diversos	2,12	100	Cana-de-açúcar	1,67
35	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,11	101	Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária	1,67
36	Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitár	2,10	102	Café em grão	1,67
37	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	2,10	103	Arroz, trigo e outros cereais	1,67
38	Eletrodomésticos	2,10	104	Serviços de alojamento em hotéis e similares	1,66
39	Produtos químicos orgânicos	2,10	105	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	1,66
40	Calçados e artefatos de couro	2,09	106	Manutenção de computadores, telefones e objetos d	1,65
41	Adubos e fertilizantes	2,09	107	Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes	1,60
42	Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis	2,09	108	Saúde privada	1,60
43	Tecidos	2,09	109	Correio e outros serviços de entrega	1,60
44	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	2,09	110	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	1,59
45	Produtos químicos inorgânicos	2,07	111	Pesquisa e desenvolvimento	1,58
46	Artigos de borracha	2,07	112	Comércio por atacado e varejo	1,54
47	Artigos de plástico	2,06	113	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	1,52
48	Fios e fibras têxteis beneficiadas	2,06	114	Intermediação financeira, seguros e previdência com	1,52
49	Cimento	2,05	115	Saúde pública	1,51
50	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	2,05	116	Minério de ferro	1,50
51	Vídeos, cerâmicos e outros prod. de minerais não-	2,03	117	Educação privada	1,49
52	Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	2,01	118	Aluguéis não-ímob. e gestão de ativos de propriedad	1,47
53	Publicidade e outros serviços técnicos	1,99	119	Serviços de arquitetura e engenharia	1,45
54	Transporte ferroviário de carga	1,98	120	Outros serviços administrativos	1,43
55	Transporte dutoviário	1,98	121	Condomínios e serviços para edifícios	1,43
56	Tratores e outras máquinas agrícolas	1,98	122	Serviços coletivos da administração pública	1,42
57	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	1,98	123	Serviços de previdência e assistência social	1,42
58	Transporte rodoviário de carga	1,98	124	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	1,42
59	Minerais metálicos não-ferrosos	1,97	125	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de in	1,40
60	Máquinas para a extração mineral e a construção	1,97	126	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	1,40
61	Transporte escolar, táxi e rodov. passag. fretado	1,96	127	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	1,39
62	Transporte rodoviário passageiros munic e metrop	1,96	128	Educação pública	1,31
63	Transporte rodoviário passageiros intermunicipal,	1,96	129	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	1,29
64	Transporte metroferroviário de passageiros	1,96	130	Serviços de vigilância, segurança e investigação	1,24
65	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos d	1,93	131	Aluguel imputado	1,09
66	Produtos de madeira, exclusive móveis	1,91	132	Serviços domésticos	1,00

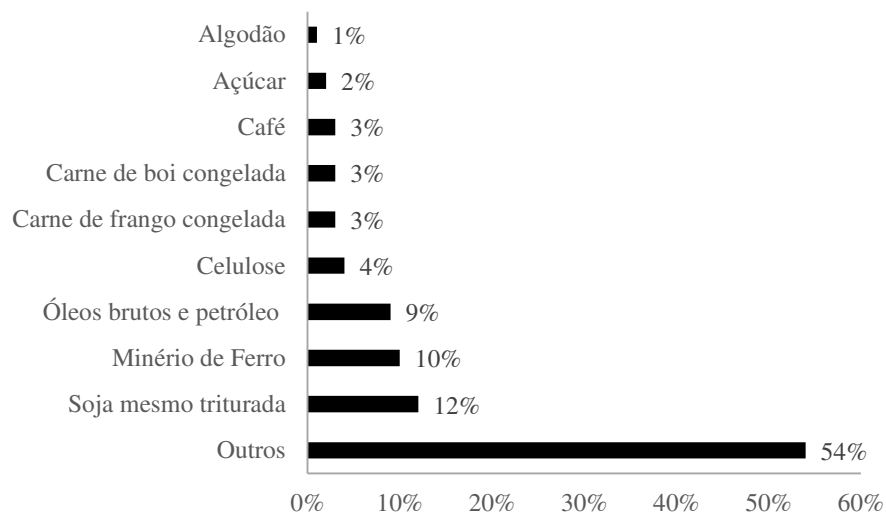
Fonte: Elaboração Própria (2021)

Conforme indicado pela Tabela 1, os produtos de destaque em um contexto geral foram Pescados industrializados e Carne de suíno com multiplicador de 2,51 para ambos, seguido da Carne de bovino (2,50), Outros produtos de laticínio (2,49) e Leite resfriado, esterilizado, pasteurizado (2,44). Esses resultados representam a estrutura produtiva do Brasil que é historicamente voltada para agricultura e pecuária conforme discutido no capítulo 2. Para contextualizar, as economias primário-exportadoras, como a economia brasileira, que desde 1500 dedicava sua produção para fora, estavam sujeitas ao declínio de suas relações de troca como os países industrializados e a elevada vulnerabilidade visto

que no mercado exterior, os preços dos produtos primários (empresas em grande número) tenderiam a diminuir frente aos preços dos produtos manufaturados (empresas monopolistas ou oligopolistas) (SAES; SAES, 2013; GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017).

Dessa maneira, tais países primário-exportadores exportariam um volume crescente de produtos primários para obter o mesmo volume de produtos manufaturados (SAES; SAES, 2013; GREMAUD; VASCONCELLOS; TONETO JUNIOR, 2017). Com isso em vista e em consonância com o resultado dos multiplicadores no contexto dos números da atualidade, a representatividade da pauta de exportações brasileiras, representada pelo Gráfico 6 reforça a significância da produção de carnes no país. Outro ponto que fica evidente com a análise do gráfico é a importância das malhas de ferro que são responsáveis pela maior parte do escoamento de certos produtos, tais como soja, minério de ferro, celulose e açúcar para os portos de exportação.

Gráfico 6 – Pauta de exportações brasileiras em 2019



Fonte: MDIC (2019).

Afunilando as análises para o transporte de cargas, o transporte ferroviário de cargas, objeto de estudo desse trabalho, ocupa a 54ª posição com um multiplicador de 1,98, com resultado 21% menor que o primeiro colocado. Isso representa que para o aumento de uma unidade na demanda final exige-se um aumento de 1,98 unidades monetárias de produto advindo do transporte ferroviário de cargas. Cabe destacar também que apesar dos modais de transporte de cargas que compuseram a matriz de insumo-produto desagregada

aparecerem com o mesmo efeito multiplicador devido ao processo de diagonalização da matriz, a demanda total do produto dos setores são bem distantes. Enquanto o ferroviário de cargas tem demanda total de 7.203, impactado principalmente por Semiacabados, laminados planos, longos e tubos de aço (2.156) e Minério de ferro (1.324), o rodoviário apresenta 130.311 sendo representado principalmente pelo Comércio atacado e varejo (17.818).

Ao abordar também a representatividade de ambos modais na demanda final, especificamente tratando das exportações líquidas, o ferroviário assume o valor 8 contra 1.152 do rodoviário. Esses resultados reforçam a importância de investimentos no transporte ferroviário que se sobressai sobre os demais modais com os menores custos de transação, menores impactos ambientais, maior eficiência energética, capacidade de transportar maiores volumes de carga por percurso, entre outros. Um bom exemplo dos ganhos ambientais através da substituição é a análise dos combustíveis (diesel, etanol, petróleo, gás natural, gasoálcool e óleo combustível). Para o ferroviário o produto desses combustíveis é de 48,40 (0,7% do total) contra 2.339 do rodoviário (2% do total).

Ademais, os produtos com maior representatividade na demanda do transporte rodoviário de cargas são elegíveis ao transporte ferroviário e podem representar uma melhoria nos custos para os consumidores finais.

4.2 Multiplicador de Emprego

Para o multiplicador de emprego, os resultados indicam quantos postos de trabalho são gerados a cada 1 milhão de unidades monetárias dispendidas na demanda final. Considerando a matriz trabalhada, o destaque foi para os Serviços domésticos que apresentou um multiplicador de 168,10, seguido por Aves e ovos (101,31), Suínos (99,44), Bovinos e outros animais vivos (98,28). Comparando os índices com os dados divulgados pelo IBGE em 2020 por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD), a distribuição percentual de pessoas ocupadas de 14 anos ou mais, a categoria de serviços domésticos comportou 6,8% do total do Brasil no terceiro trimestre de 2012 e 5,6% em 2020. No que se refere às atividades de agricultura, pecuária e pesca a abrangência foi de 11,5% para o mesmo período de 2012 e caiu para 10% em 2020.

Ao comparar com os maiores índices do multiplicador de produção apresentado acima nota-se que o efeito emprego é gerado em produtos e atividades diferentes, reforçando a importância de avaliar os diversos multiplicadores para entender o comportamento da economia em diversos âmbitos e utilizar aquele que mais atende o objetivo dos formadores de política. Contudo, mesmo com a diferença das atividades de destaque, o histórico agropecuário do Brasil ainda é reforçado através desses indicadores.

No que se refere ao multiplicador de emprego do transporte ferroviário de cargas, como mostra a Tabela 2, foi elencado dessa vez na 58ª posição com um índice 23,81, sendo 86% menor que o primeiro colocado. Isso significa que a cada 1 milhão de unidades monetárias despendidas na demanda final, são exigidos 23,81 postos de trabalho em função do transporte ferroviário de cargas. Cabe ressaltar que quando aumentamos a circulação de fluxos de comércio pelas malhas de ferro surge imediatamente a necessidade de contratação de maquinistas para atender a necessidade de trens, além do crescimento da procura por trabalhadores que capazes de realizar a manutenção dos ativos (locomotivas e vagões). Ademais, existe o efeito da capacitação da população ao formar os trabalhadores para serem maquinistas e mantenedores da manutenção, o que não ocorre no caso dos motoristas de caminhões, por exemplo. Ainda referente aos dados publicados pelo IBGE (2020), o setor de transportes em geral comportou 4,6% da população empregada nacional no terceiro trimestre de 2012 e em 2020 o resultado cresceu para 5% no mesmo período analisado.

Tabela 2 – Multiplicador de Emprego – MIP 2010

Ordem	Produto	Multiplicador de Emprego	Ordem	Produto	Multiplicador de Emprego
1	Serviços domésticos	168,10	67	Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-met	20,71
2	Aves e ovos	101,31	68	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	20,67
3	Suínos	99,44	69	Cimento	20,51
4	Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.	98,28	70	Pesquisa e desenvolvimento	20,24
5	Leite de vaca e de outros animais	97,18	71	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	19,85
6	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	60,03	72	Minerais não-metálicos	19,19
7	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	59,78	73	Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	19,10
8	Outros produtos do laticínio	55,68	74	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	18,98
9	Carne de suíno	54,82	75	Publicidade e outros serviços técnicos	18,93
10	Pescado industrializado	54,76	76	Aluguéis não-imob. e gestão de ativos de propriedade	18,51
11	Carne de bovinos e outros prod. de carne	54,63	77	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	18,27
12	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	53,08	78	Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes	18,21
13	Carne de aves	52,17	79	Correio e outros serviços de entrega	17,86
14	Milho em grão	51,08	80	Bebidas	17,50
15	Outros produtos e serviços da lavoura temporária	50,10	81	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	17,29
16	Soja em grão	49,30	82	Celulose	17,21
17	Café em grão	49,10	83	Carvão mineral	17,16
18	Arroz, trigo e outros cereais	48,81	84	Artigos de plástico	16,59
19	Outros produtos da lavoura permanente	48,80	85	Serviços de arquitetura e engenharia	16,57
20	Artigos do vestuário e acessórios	48,61	86	Artigos de borracha	16,41
21	Laranja	48,10	87	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão	16,32
22	Cana-de-açúcar	47,89	88	Livros, jornais e revistas	16,17
23	Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária	47,69	89	Serviços coletivos da administração pública	15,98
24	Serviços de alimentação	45,70	90	Serviços de previdência e assistência social	15,98
25	Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos	45,55	91	Eletrodomésticos	15,24
26	Serviços pessoais	45,51	92	Peças e acessórios para veículos automotores	15,11
27	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	43,73	93	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	15,02
28	Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos	41,47	94	Transporte aquaviário	14,94
29	Produtos de madeira, exclusive móveis	40,41	95	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14,79
30	Serviços de vigilância, segurança e investigação	37,53	96	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	14,78
31	Educação privada	36,82	97	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	14,75
32	Calçados e artefatos de couro	36,69	98	Tratores e outras máquinas agrícolas	14,66
33	Rações balanceadas para animais	36,18	99	Máquinas para a extração mineral e a construção	14,65
34	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	35,16	100	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de info	14,44
35	Serviços de alojamento em hotéis e similares	34,31	101	Produtos químicos diversos	13,52
36	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	33,86	102	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	12,82
37	Condomínios e serviços para edifícios	33,36	103	Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	12,66
38	Outros serviços administrativos	33,27	104	Produtos farmacêuticos	12,63
39	Comércio por atacado e varejo	33,24	105	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de tra	12,63
40	Fios e fibras têxteis beneficiadas	33,22	106	Caminhões e ônibus, incl. cabins, carrocerias e reboq	12,43
41	Açúcar	33,04	107	Automóveis, camionetas e utilitários	12,41
42	Outros produtos alimentares	32,97	108	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos d	12,29
43	Café beneficiado	32,91	109	Ferro-gusa e ferroligas	12,19
44	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas	32,73	110	Minerais metálicos não-ferrosos	12,11
45	Óleos e gorduras vegetais e animais	32,68	111	Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletroméc	11,39
46	Etanol e outros biocombustíveis	31,97	112	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. re	11,01
47	Tecidos	30,99	113	Componentes eletrônicos	10,81
48	Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis	30,21	114	Máquinas para escritório e equip. de informática	10,72
49	Educação pública	28,88	115	Aduos e fertilizantes	10,49
50	Serviços especializados para construção	28,86	116	Transporte aéreo	10,48
51	Saúde privada	28,45	117	Material eletrônico e equip. de comunicações	10,33
52	Móveis	28,08	118	Produtos químicos inorgânicos	10,15
53	Edificações	27,30	119	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	10,06
54	Produtos de indústrias diversas	27,28	120	Produtos químicos orgânicos	9,95
55	Produtos do fumo	26,42	121	Intermediação financeira, seguros e previdência compl	8,57
56	Obras de infra-estrutura	26,10	122	Outros produtos do refino do petróleo	8,22
57	Transporte rodoviário de carga	23,85	123	Combustíveis para aviação	6,90
58	Transporte ferroviário de carga	23,81	124	Gasócool	6,90
59	Transporte dutoviário	23,81	125	Óleo combustível	6,90
60	Saúde pública	23,59	126	Diesel - biodiesel	6,90
61	Transporte escolar, táxi e rodov. passag. fretado	23,53	127	Naftas para petroquímica	6,90
62	Transporte rodoviário passageiros munic e metropol	23,53	128	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	6,62
63	Transporte rodoviário passageiros intermunicipal, interestadual e internacional (com	23,53	129	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	6,17
64	Transporte metroferroviário de passageiros	23,53	130	Electricidade, gás e outras utilidades	5,98
65	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	21,01	131	Minério de ferro	5,63
66	Serviços de impressão e reprodução	20,95	132	Aluguel imputado	2,05

Fonte: Elaboração Própria (2021).

Nesse sentido, os resultados apresentados nos indicadores da Tabela 2 mostram que à medida que determinado setor da economia é estimulado, ocorre o crescimento do número de empregos e os demais setores também são estimulados a aumentar sua produção e gerar mais empregos, sendo que este é derivado do efeito renda. Dessa forma, os resultados do multiplicador de emprego serão refletidos no multiplicador de renda, que será apresentado no tópico seguinte.

4.3 Multiplicador de Renda

No Brasil, os estudos mais consistentes sobre a distribuição de renda surgiram durante a década de 1970 após a divulgação dos Censos Demográficos realizados pelo IBGE e, historicamente apresenta fortes características de concentração. Aprofundando os estudos acerca do assunto, o multiplicador de renda indica qual a variação da renda sobre a variação no componente da demanda final de determinado setor (RIBEIRO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2021). Em outras palavras, quanto de renda será gerado com o adicional de 1 unidade monetária da demanda final. As famílias recebem a renda como forma de pagamento pelos seu trabalho no processo de produção e os consumidores gastam seus rendimentos seguindo um padrão da sua cesta de consumo. Lembrando que a capacidade de geração de renda vai depender da quantidade de pessoas ocupadas e do nível salarial de determinada atividade.

Ao observar a Tabela 3, que também foi ordenada de acordo com a grandeza do multiplicador, o destaque foi para os Serviços domésticos com valor 1, seguido por Educação pública (0,83), Serviços de vigilância, Segurança e investigação (0,76), Saúde pública (0,72) e Serviços coletivos da administração pública (0,72). Nota-se que no caso da renda, em geral, o impacto é maior na prestação de serviços.

Em consonância com o multiplicador de emprego, o transporte ferroviário de cargas ocupou a 58ª posição no índice da renda ao apresentar 0,36 de valor, sendo 64% menor que os serviços domésticos, que ocupou a primeira posição. Para os formadores de política, o impacto na renda é resultado da contratação de novos trabalhadores por meio de investimentos públicos ou privados em estradas de ferro. Esses salários serão gastos, por exemplo, com a aquisição de bens de consumo, movimentando a economia através da geração de mais empregos no comércio e aquecimento das indústrias de bens de produção. Dessa forma, quanto maior for à propensão a consumir, maior será a renda e mais assertivo será o efeito multiplicador (SILVEIRA, 2002)

Tabela 3 – Multiplicador de Renda – MIP 2010

Ordem	Produto	Multiplicador de Renda	Ordem	Produto	Multiplicador de Renda
1	Serviços domésticos	1,00	67	Óleos e gorduras vegetais e animais	0,35
2	Educação pública	0,83	68	Rações balanceadas para animais	0,35
3	Serviços de vigilância, segurança e investigação	0,76	69	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	0,35
4	Saúde pública	0,74	70	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos	0,34
5	Serviços coletivos da administração pública	0,72	71	Café beneficiado	0,34
6	Serviços de previdência e assistência social	0,72	72	Açúcar	0,34
7	Educação privada	0,68	73	Edificações	0,34
8	Pesquisa e desenvolvimento	0,59	74	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,34
9	Outros serviços administrativos	0,53	75	Minerais não-metálicos	0,34
10	Condomínios e serviços para edifícios	0,53	76	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	0,34
11	Calçados e artefatos de couro	0,48	77	Serviços de alimentação	0,34
12	Armazenamento e serviços auxiliares aos transport	0,48	78	Serviços especializados para construção	0,34
13	Correio e outros serviços de entrega	0,48	79	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	0,34
14	Serviços de alojamento em hotéis e similares	0,48	80	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equ	0,34
15	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de	0,47	81	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	0,34
16	Saúde privada	0,47	82	Obras de infra-estrutura	0,34
17	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisã	0,42	83	Carvão mineral	0,33
18	Organizações patronais, sindicais e outros serviço:	0,42	84	Automóveis, camionetas e utilitários	0,33
19	Serviços pessoais	0,42	85	Caminhões e ônibus, incl. cabines, carrocerias e reboq	0,33
20	Artigos do vestuário e acessórios	0,42	86	Aluguéis não-imb. e gestão de ativos de propriedade	0,33
21	Manutenção de computadores, telefones e objetos	0,41	87	Etanol e outros biocombustíveis	0,33
22	Livros, jornais e revistas	0,41	88	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	0,32
23	Serviços de impressão e reprodução	0,41	89	Minerais metálicos não-ferrosos	0,32
24	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	0,41	90	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,32
25	Transporte aquaviário	0,41	91	Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	0,32
26	Serviços de arquitetura e engenharia	0,41	92	Bebidas	0,32
27	Comércio por atacado e varejo	0,40	93	Produtos químicos diversos	0,32
28	Peças e acessórios para veículos automotores	0,40	94	Produtos farmacêuticos	0,32
29	Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	0,40	95	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos d	0,30
30	Publicidade e outros serviços técnicos	0,39	96	Ferro-gusa e ferroligas	0,30
31	Tecidos	0,39	97	Aves e ovos	0,29
32	Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis	0,39	98	Produtos do fumo	0,29
33	Eletrodomésticos	0,39	99	Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletroméc	0,29
34	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,39	100	Suínos	0,29
35	Produtos de madeira, exclusiv móveis	0,39	101	Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e	0,29
36	Máquinas para a extração mineral e a construção	0,38	102	Leite de vaca e de outros animais	0,29
37	Tratores e outras máquinas agrícolas	0,38	103	Componentes eletrônicos	0,28
38	Intermediação financeira, seguros e previdência co	0,38	104	Máquinas para escritório e equip. de informática	0,27
39	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	0,38	105	Material eletrônico e equip. de comunicações	0,27
40	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	0,38	106	Produtos químicos inorgânicos	0,26
41	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	0,38	107	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. re	0,26
42	Cimento	0,38	108	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	0,25
43	Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-	0,38	109	Produtos químicos orgânicos	0,25
44	Fios e fibras têxteis beneficiadas	0,38	110	Aubos e fertilizantes	0,25
45	Transporte metroferroviário de passageiros	0,37	111	Arroz, trigo e outros cereais	0,24
46	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos d	0,37	112	Café em grão	0,24
47	Transporte rodoviário passageiros intermunicipal,	0,37	113	Milho em grão	0,24
48	Transporte rodoviário passageiros munic e metrop	0,37	114	Outros produtos e serviços da lavoura temporária	0,23
49	Transporte escolar, táxi e rodov passag fretado	0,37	115	Soja em grão	0,23
50	Artigos de borracha	0,37	116	Outros produtos da lavoura permanente	0,23
51	Artigos de plástico	0,37	117	Laranja	0,23
52	Carne de aves	0,36	118	Cana-de-açúcar	0,23
53	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	0,36	119	Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária	0,23
54	Pescado industrializado	0,36	120	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	0,22
55	Carne de bovinos e outros prod. de carne	0,36	121	Eletricidade, gás e outras utilidades	0,20
56	Carne de suíno	0,36	122	Outros produtos do refino do petróleo	0,18
57	Transporte rodoviário de carga	0,36	123	Combustíveis para aviação	0,17
58	Transporte ferroviário de carga	0,36	124	Óleo combustível	0,17
59	Transporte dutoviário	0,36	125	Gasoálcool	0,17
60	Móveis	0,36	126	Naftas para petroquímica	0,17
61	Outros produtos do látex	0,36	127	Diesel - biodiesel	0,17
62	Produtos de indústrias diversas	0,35	128	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,16
63	Transporte aéreo	0,35	129	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	0,16
64	Outros produtos alimentares	0,35	130	Minério de ferro	0,16
65	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	0,35	131	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	0,13
66	Celulose	0,35	132	Aluguel imputado	0,03

Fonte: Elaboração Própria (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil se colocou em 2018 como o 27º maior exportador do mundo de acordo com dados divulgados pela Siscomex (Sistema Integrado de Comércio Exterior) e conta com um modelo híbrido de transporte para escoamento de toda essa produção dado que o fluxo de circulação das mercadorias é parte terrestre, parte marítima e por vezes aérea. Diante disso, é importante que o país faça investimentos na infraestrutura dos modais não só para comportar a demanda de exportações, mas também para promover o aquecimento das atividades econômicas internas, que na atualidade busca por meios mais rápidos e com baixo custo. Isso é reforçado no Plano de Política Nacional de Transportes (2018) que apresenta o desenvolvimento econômico como uma de suas diretrizes ao afirmar que a prestação dos serviços logísticos deve contribuir tanto para desenvolvimento social e econômico, considerando as particularidades regionais, sendo dever do Estado a sua promoção e alavancagem no âmbito nacional.

No que tange as políticas atuais, o Plano de Política Nacional de Transportes (2018) delineou estratégias para os modais aéreo, rodoviário, ferroviário e aquaviário. Para o ferroviário em específico, existem diretrizes de instituição de modelos de concessão e exploração da operação de carga, além da ordem de priorização de projetos do modal que são voltados ao desenvolvimento e integração da logística. Ademais, dentre as 19 diretrizes apresentadas, ainda foi elencado o plano de ampliação da malha ferroviária, promoção de melhorias na infraestrutura, análise de indicadores de desempenho visando o aprimoramento da gestão, entre outros.

Diante disso, o objetivo principal deste trabalho foi contribuir com as discussões sobre os impactos que o transporte ferroviário de cargas tem sobre a atividade econômica através da utilização dos multiplicadores de produção, renda e emprego baseados na matriz de insumo-produto de 2010. A principal inovação metodológica dessa pesquisa consistiu na utilização da matriz desagregada das atividades de transporte terrestre construída pelo LATES que propiciou a análise do transporte ferroviário de cargas de forma separada dos demais modais. A matriz inicial contava com 67 setores econômicos e 127 produtos e foi transformada em uma matriz produto por produto (132 componentes) por meio da diagonalização. Do mesmo modo, foi feito o mesmo tratamento para o valor adicionado com a finalidade de obter uma matriz comparável para posterior cálculo dos

multiplicadores. A metodologia utilizada gerou uma limitação inerente ao processo que impede a comparação dos multiplicadores dos modais de transporte de carga visto que esses carregam a estrutura de custos original.

Para construção desse estudo foi utilizado um modelo de equações especificado por Miller e Blair (1985), no qual as vendas entre os setores podem ser aproveitadas dentro do processo produtivo ou podem ser consumidas pelas famílias, governo, investimento, exportações, entre outros. Nesse sentido, os cálculos realizados produziram um efeito multiplicador para o transporte ferroviário de cargas na ordem de 1,98 para a produção, 23,81 para o emprego e 0,36 de renda. Isso significa que para o incremento de uma unidade monetária adicional exige-se um aumento de 1,98 de produção, criação de 23,81 postos de trabalho e crescimento de 0,36 de renda. Para os formadores de política, os resultados observados podem direcionar uma política de investimento voltada para o crescimento e desenvolvimento econômico.

Ainda sobre o transporte de cargas desagregado na matriz inicial, foi possível a realização de comparações mais específicas, como é o caso do transporte rodoviário de cargas. Para grandes volumes de carga o modal ferroviário apresenta alta capacidade de escoamento, mas ainda é pouco explorado frente aos demais, principalmente se comparado ao rodoviário.

Acerca das aplicações, são amplos os horizontes para além dessa monografia. Os resultados encontrados podem ser utilizados como direcionamento na construção de políticas públicas não só voltadas ao setor de transportes, mas também em diversas áreas da economia por meio dos resultados dos multiplicadores. Por fim, uma possível extensão do trabalho seria a utilização do método de extração hipotética a fim de identificar a dependência do sistema produtivo brasileiro em relação ao setor ferroviário de carga, além da construção de um modelo estático de EGC, com fechamento de curto e longo prazo, a fim de identificar como a economia brasileira reagiria para cada flutuação econômica no setor ferroviário. Ademais, poderia ser incluído nas análises um método de extração hipotética.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Concessões Ferroviárias, 2020**. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/768018>. Acesso em: 08 fev. 2021.
- APPLEYARD, D. R. *et al.* **Economia Internacional**. 6. ed. Porto Alegre: Amgh, 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES FERROVIÁRIOS (ANTF). *In*: VILAÇA, R. **A evolução do setor ferroviário brasileiro nos últimos 15 anos: conquistas, avanços e desafios**. Brasília: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários, 2012.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES FERROVIÁRIOS (ANTF). O setor ferroviário de carga brasileiro, 2020. Disponível em: <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>, Acesso em 03 fev. 2021.
- BACHMANN, C.; ROORDA, M. J.; KENNEDY, C. Global trade creation, trade diversion, and economic impacts from Changing Global transport costs. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2598 (1), p. 46-57, 2016.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN, 2020). **Balanco Energético Nacional 2020: Ano base 2019**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro: EPE, 2020.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). *In*: SOUSA, R. A.; PRATES, H. F. O Processo de Desestatização da RFFSA: Principais Aspectos e Primeiros Resultados. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 119-142, 1997.
- BARAT, J. **A evolução dos transportes no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE: Ipea, 1978.
- BETARELLI JUNIOR, A. A. *et al.* **Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira**. Projeto de pesquisa. Chamada MCTI/CNPq n. 14/2014. Relatório de 2019.
- BETARELLI JUNIOR, A. A.; DOMINGUES, E. P.; HEWINGS, G. J. D. Transport policy, rail freight sector and market structure: The economic effects in Brazil. **Transportation Research Part A**, v.135, p. 1-23, 2020.
- BIDERMAN, C.; ARVATE, P. (orgs). **Economia do Setor Público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- BIELSCHOWSKY, R. **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. Tradução de RIBEIRO, V. Rio de Janeiro: Record, 2000. 490 p.
- BOONPANYA, T.; MASUI, T. Assessing the economic and environmental impact of freight transport sectors in Thailand using computable general equilibrium model. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 124271, 2021.
- BRASIL. Decreto nº 1.832, de 1996, 4 mar. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1832.htm>. Acesso em: 08 maio 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT, 2020). **Painel de Acidentes Rodoviários, 2020**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/painel-acidente>>. Acesso em: 14 fev., 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT, 2021). **Radar CNT do Transporte – Orçamento Federal, 2021**. Disponível em: <<https://cnt.org.br/documento/41762bd8-0889-4cfe-9c6e-79b621845bc7>>. Acesso em: 13 mai., 2021.

DOLL, C.; SCHAFFER, A. Economic impact of the introduction of the German HGV toll system. **Transport Policy**, v. 14, n. 1, p. 49-58, 2007.

DOOMERNIK, J. E. Performance and efficiency of high-speed rail systems. **Transportation Research Procedia**, v. 8, p. 136-144, 2015.

FALCAO, V. A. A importância do transporte ferroviário de carga para a economia brasileira e suas reais perspectivas de crescimento. **Engenharia Civil UM**, n. 45 p. 51-63, 2013.

FERNANDES, M. E. P. **Transportes, investimentos e transmissões intersetoriais: os efeitos econômicos das concessões ferroviárias à economia brasileira**. 2017. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

FONTAN, R. G. O. **Análise da eficiência das ferrovias especializadas em transporte de minério de ferro e pelotas pertencentes às empresas mineradoras e usinas de pelotização por meio do método Data Envelopment Analysis (DEA)**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. **Finanças Públicas: teoria e prática no Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 496 p.

GIAMBIAGI, F.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. **Economia Brasileira Contemporânea: (1945-2015)**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

GREMAUD, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; TONETO JÚNIOR, R. **Economia brasileira contemporânea**. 8ª edição. São Paulo: Atlas, 2017.

GUILHOTO, J. J. M. Input-Output analysis: theory and foundations. **Munich Personal Repec Archive**, São Paulo, n. 32566, p. 1-76, ago. 2011.

HAM, H.; KIM, T. J.; BOYCE, D. Assessment of economic impacts from unexpected events with an interregional commodity flow and multimodal transportation network model. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 39, n. 10, p. 849-860, 2005.

HIRSCHMAN, A. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de cultura, 1961. In: CRUZ, B. O.; FURTADO, B. A.; MONASTERIO, L.; RODRIGUES JÚNIOR, W. (orgs.) **Economia Regional e Urbana – Teorias e métodos com ênfase no Brasil**. Brasília, IPEA, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Terceiro Trimestre de 2020.**

Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2421/pnact_2020_3tri.pdf>, Acesso em 12 jun., 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PIB, 2020.**

Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7531a821326941965f1483c85caca11f.xls>, Acesso em: 08 fev., 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Contas Nacionais.** Brasil 2010-2014. Referência 2010. Disponível em: <

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?edicao=18363>>. Acesso em: 20 fev., 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Reflexões sobre investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil.** In: CAMPOS NETO, C. A. S. Radar, n. 47, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **VII Brasil nos Trilhos: a retomada do crescimento do país passas pelas ferrovias de carga: a importância econômica do setor ferroviário no Brasil.** FGV, 2018.

KABASAKAL, A.; KUTLAR, A.; SARIKAYA, M. Efficiency determinations of the worldwide railway companies via DEA and contributions of the outputs to the efficiency and TFP by panel regression. **Central European Journal of Operations Research**, v. 23, p. 69-88, 2015.

KWAK, S-J.; YOO, S-H.; CHANG, J-I. The role of the maritime industry in the Koren national economy: an input-output analysis. **Marine Policy**, v. 29, n. 4, p. 371-383, 2005.

LEE, M-K.; YOO, S-H. The role of transportation sectors in the Korean national economy: An input-output analysis. **Transportation Research Part A**, v.93, p. 13-22, 2016.

MANTEGA, G. **O Governo Geisel, o II PND e os Economistas.** EAESP/FGV/NPP – Núcleo de Pesquisa e Publicações, n.3, 1997. Disponível em: <https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/publicacoes/P00163_1.pdf>. Acesso em: 07 maio 2021.

MAOH, H.; KANAROGLOU, P.; WOUDSMA, C. Simulation model for assessing the impact of climate change on transportation and the economy in Canada. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2067, p. 84-92, 2008.

MARCHETTI, D.; WANKE, P. Brazil's rail freight transport: efficiency analysis using two-stage DEA and cluster-driven public policies. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 59, p. 26-42, 2017.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). **Estatísticas de Comércio Exterior**. Dados. Séries Históricas. Brasília: MDIC, 2019.

MENELAU, B. G. S. **Infraestrutura do transporte brasileiro: impactos sobre o setor produtivo, com ênfase nos modais rodoviário e ferroviário**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2. Ed., Cambridge University Press, 2009.

NEALER, R. *et al.* Modal freight transport required for production of US goods and services. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v.47, n. 4, p. 474-489, 2011.

NEALER, R.; MATTHEWS, H. S.; HENDRICKSON, C. Assessing the energy and greenhouse gas emissions mitigation effectiveness of potential US modal freight policies. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v.46, n. 3, p. 588-601, 2012.

NORTH, D. C. Teoria da localização e crescimento econômico regional. *In: Schwartzman, J. Economia regional: textos escolhidos*. Cedeplar, Belo Horizonte, 1977.

OLIVEIRA, M. C.; MORAES, G. I.; PORTO JUNIOR, S. S. Impactos micro e macroeconômicos da ferrovia de integração oeste leste no Estado da Bahia na perspectiva de um modelo EGC. *In: XVIII ENABER – Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – ENABER*, 2020.

PEREIRA, L. A. M.; MELLO, J. C. C. B. S. Eficiência técnica das concessionárias ferroviárias nacionais usando Análise Envoltória de Dados. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 14, n. A18, p. 246-256, 2014.

PLAT, P. O. Transportation-communications relationships in industry. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 31, n; 6, p. 419-429, 1997.

PRUITICHAIWIBOON, P.; LEE, C-K.; LEE, K-M. CO2 Emission from the rail and road transport using input-output analysis: an application to South Korea. **Environmental Engineering Research**, v. 17, n. 1, p. 27-34, 2012.

REIS, J. C.; SACRAMENTO, K. T.; MELLO, J. C. C. B. S. Avaliação da eficiência das ferrovias brasileiras utilizando o método multicritério para seleção de variáveis em DEA. *In: XXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte – ANPET*, 2016.

RIBEIRO, C. S.; PEREIRA, R. M.; OLIVEIRA, G. G. Estrutura produtiva do semiárido baiano: uma análise insumo-produto. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, [S.L.], v. 18, n. 31, p. 296-314, 2021.

RIBEIRO, G. **Impactos econômicos dos ganhos de produtividade do setor ferroviário de carga brasileiro**. 2018. 29 f. Monografia - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

ROCHA, C. F. **O Transporte de cargas no Brasil e sua importância para a economia**. 2015. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.

SEETHARAMAN, A.; KAWAMURA, K.; BHATTA, S. D. Economic benefits of freight policy relating to trucking industry: evaluation of regional transportation plan freight policy for a six-county region, Chicago, Illinois. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 1833 (1), p. 17-23, 2003.

SILVA, F. G. F.; MACAMBIRA, J. K.; ROCHA, C. H. Medindo a eficiência produtiva do transporte por ferrovias brasileiras: uma aplicação dos modelos DEA e TOBIT. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 49, n. 3, p. 153-186, 2019.

SILVEIRA, M. R. Transporte e logística: as ferrovias no Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 63-86, 2002.

SISCOMEX. **Maiores Exportadores do Mundo**. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/blog/maiores-exportadores-do-mundo/>. Acesso em: 11 jun. 2021

TOYOSHIMA, S.; FERREIRA, M. J. Encadeamentos do setor de transportes na economia brasileira. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 25, p. 139-166, 2002.

VERIKIOS, G.; ZHANG, X. **Microeconomic reform and income distribution: the case of Australian ports and rail freight industries**. The Centre of Policy Studies (Cops). Victoria, p. 1-33. jul. 2012.

YU, H. A review of input–output models on multisectoral modelling of transportation – economic linkages. **Transport Reviews**, v. 38, n. 5, p. 654-677, 2017.