

Transporte ferroviário de cargas e atividade econômica: uma análise a partir dos multiplicadores de produção, renda e emprego

Rail freight transport and economic activity: an analysis based on production, income and employment multipliers

Roberta Teixeira Rezende de Souza^a

Andressa Lemes Proque^b

Carolina Silva Ribeiro^c

Admir Antonio Betarelli Junior^d

RESUMO

O artigo teve como objetivo analisar os impactos do transporte ferroviário de cargas sobre a atividade econômica por meio da utilização de multiplicadores de produção, renda e emprego, calculados com base na matriz de insumo-produto de 2010, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A principal inovação é a utilização da matriz desagregada para o setor ferroviário de carga. 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. Os resultados conclusivos orientam os formuladores de política para o volume de investimentos necessários ao setor voltado para o crescimento e desenvolvimento econômico brasileiro. Desse modo, 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 públicas.

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

JEL: C67; O18; R15; R40.

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the impacts of rail freight transport on economic activity through the use of production, income and employment multipliers, calculated based on the 2010 input-output matrix, published by the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). The main innovation is the use of the disaggregated matrix for the freight railway sector. 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 conclusive results guide policy makers to the volume of investments needs by the sector aimed at Brazilian economic growth and development. Thus, 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 public policies.

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

Submetido em: 26 de agosto de 2021.

Aceito em: 11 de outubro de 2021.

^aBacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: roberta.teixeira@economia.ufjf.br.

^bDoutora em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: alessproque@gmail.com.

^cDoutora em Economia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professora substituta da Faculdade de Economia da UFBA. E-mail: minacaol@gmail.com.

^dProfessor Adjunto da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). E-mail: abetarelli@gmail.com.

1. Introdução

O setor de transportes tem como função transferir insumos e bens finais entre as regiões, tendo importância na localização de atividades econômicas e na eficiência de uma região. Este é notável na operação do sistema econômico, pois produz serviços absorvidos por todas as unidades produtivas. Seu desempenho induz a competitividade dos demais setores produtivos da economia, sendo os serviços 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). Dada essa condição de setor-chave do sistema econômico, uma rede de transportes bem estruturada conduz a maior integração intersetorial e regional na economia como um todo.

Segundo 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. De acordo com Colavite e Konishi (2015), a infraestrutura da matriz de transporte de um país afeta diretamente a competitividade da economia e está atrelada ao seu desenvolvimento. 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, dependem 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. O Brasil utiliza basicamente a modalidade rodoviária, com 65% de participação do total de transporte de cargas, em 2015. Os 35% restantes são compostos pelos modais de cabotagem, hidroviário, dutoviário e ferroviário (EPL, 2018). Verifica-se que as hidrovias e o transporte de cabotagem são pouco explorados e que a matriz de transportes brasileira apresenta baixo grau de multimodalidade. Uma política de multimodalidade poderia diminuir essa hipertrofia rodoviária da matriz brasileira de transportes. O modal ferroviário, em particular, tem sido pouco aproveitado frente às suas vantagens comparativas (*e.g.* maior capacidade, eficiência) em relação a outras atividades de cargas. Do total da matriz de transporte de cargas no Brasil, apenas 15% passaram pelo modal ferroviário em 2015, enquanto em países desenvolvidos, como é o caso dos Estados Unidos e China, a representatividade se aproxima da metade (ANTT, 2020). 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 por meio 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 da 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 a sua ampliação. Desde a desestatização das ferrovias, em 1996, o volume de investimentos públicos e privados aumentou da ordem de R\$ 0,5 bilhão 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 ganharam força a partir de 2009 e elevou a ordem de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em 2010 para a casa de R\$ 7,53 bilhões, enquanto em anos anteriores ficou pouco acima de R\$ 5 bilhões (GREMAUD, VASCONCELLOS e TONETO JUNIOR, 2017). Aumentos de investimentos desse cunho auxiliariam no ganho de competitividade e no relacionamento com o mercado externo.

Neste mote de pesquisa, este trabalho tem por objetivo 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, questiona-se: 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, faz-se 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 Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com a desagregação do setor ferroviário de cargas. A referida matriz de 2010 possui cinco 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”¹. 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 analisaram 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. Esta pesquisa se diferencia dos trabalhos aplicados supracitados ao trabalhar com um nível maior de produtos desagregados no setor de transportes, o que não é possível com a matriz de insumo-produto mais agregada do IBGE.

A principal contribuição desta pesquisa reside em fomentar a discussão sobre a importância do transporte ferroviário de cargas para o escoamento da produção na medida em que a matriz de transportes brasileira apresenta baixo grau de multimodalidade e é totalmente dependente do transporte rodoviário. Para a literatura nacional, a contribuição 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 desta introdução, este trabalho se organiza em mais quatro seções. A seção 2 trata das principais características e da estrutura teórica e empírica acerca do transporte ferroviário de cargas. Em seguida, a seção 3 descreve a metodologia do trabalho e a base de dados utilizada. A seção 4, por sua vez, discute os principais resultados alcançados na pesquisa. Por fim, a seção 5 reporta as considerações finais e as possíveis extensões para pesquisas futuras.

2. Transporte ferroviário de cargas e economia

2.1 Políticas e tendências do modal ferroviário de cargas

De acordo com o Teorema de Heckscher-Ohlin, voltado para o comércio internacional, o país com abundância de capital produz relativamente mais do bem capital-intensivo, enquanto o país abundante em trabalho produz relativamente mais do bem trabalho-intensivo, embora seja um modelo

¹Ver mais detalhes em Betarelli Junior et al. (2019).

que mostra as vantagens comparativas dos países. Desse modo, um país exportará o produto que usa intensamente seu fator de produção abundante, o que pode levar a comportamentos diferentes em termos da pauta de produto. 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, FIELD JR e COBB, 2010). 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) apontou 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 e FERREIRA, 2002).

Ainda assim, comparando a utilização das matrizes de carga no Brasil com outros países de extensão territorial próxima, é notória a dependência brasileira do modal rodoviário. Conforme indicado na Figura 1, em 2020, enquanto o transporte de cargas brasileiro escoava 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 (Estados Unidos e China), tem-se que a demanda pela malha ferroviária corresponde ao dobro da utilização brasileira (ANTT, 2020).

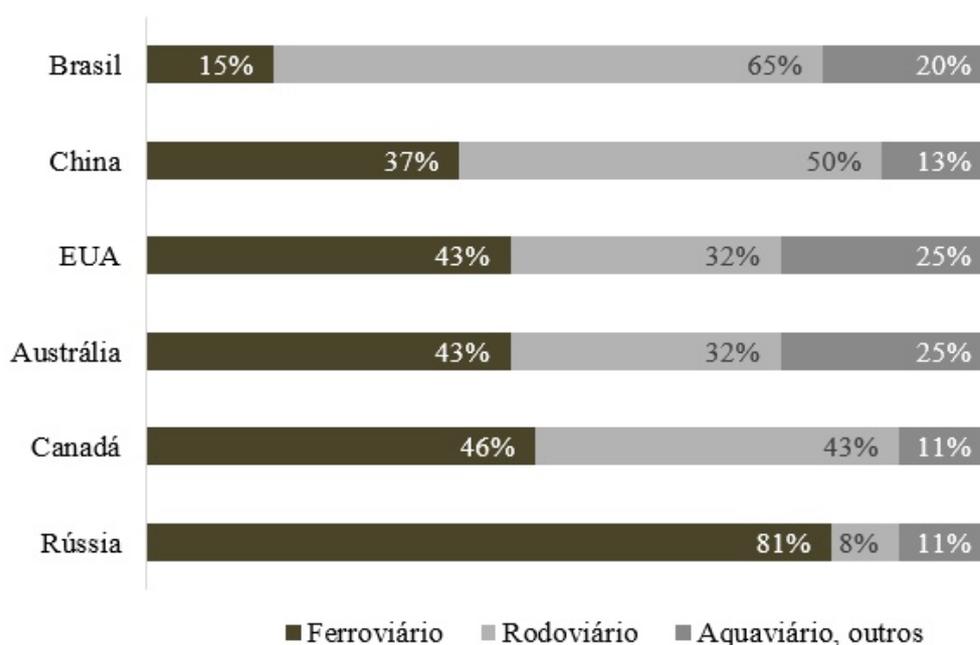


Figura 1: Comparação das matrizes de transporte de cargas, 2020
Fonte: ANTT (2020).

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 de 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 na Figura 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 Brumadinho, Minas Gerais, dado o comprometimento da atividade extrativo mineral da região. Com relação à composição da produção, a Figura 2 mostra a alta representatividade de transporte de minério se comparado com a carga geral (produtos siderúrgicos, agrícolas, contêineres, entre outros).

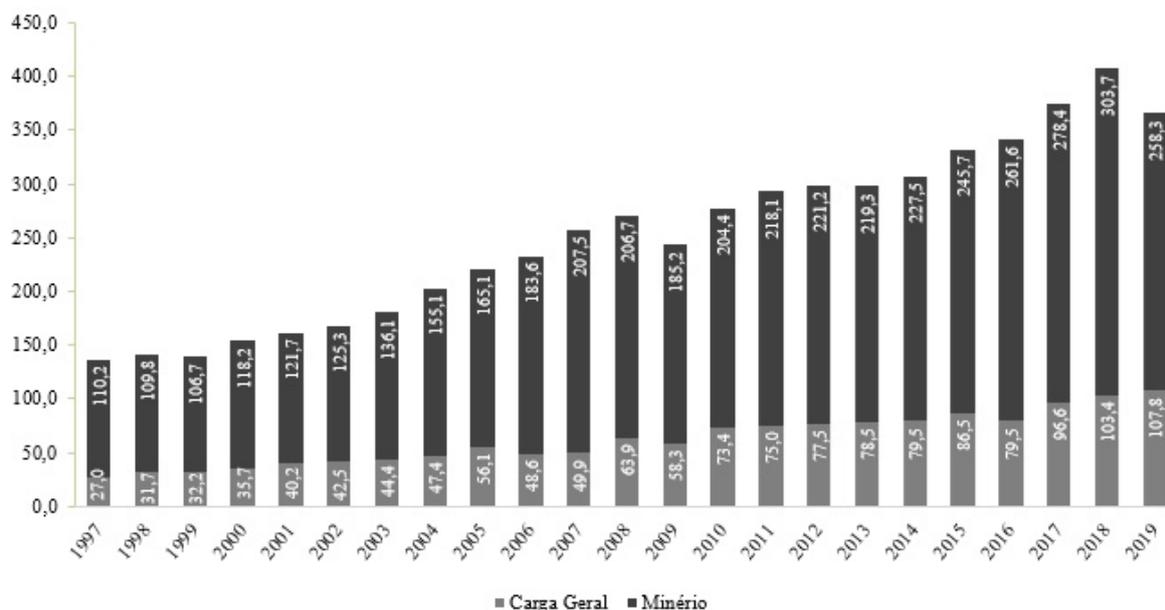


Figura 2: Produção do transporte ferroviário (bilhões de TKU*)

* toneladas por quilômetro útil (TKU)

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

Complementar aos dados da produção, Menelau (2012) comparou a evolução da TKU com a tendência de crescimento do 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, na Figura 3, evidencia-se a tendência positiva de ambos os indicadores, 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.

Ainda segundo dados da Agência Nacional de Transportes Terrestres (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 à grande quantidade de carretas nas estradas. Além dos congestionamentos e desgastes na

infraestrutura rodoviária, há maior incidência de acidentes se comparado ao ferroviário. Somente em 2020, foram registrados 63.447 acidentes nas estradas, contrapostos a 663 nas malhas de ferro (CNT, 2020).

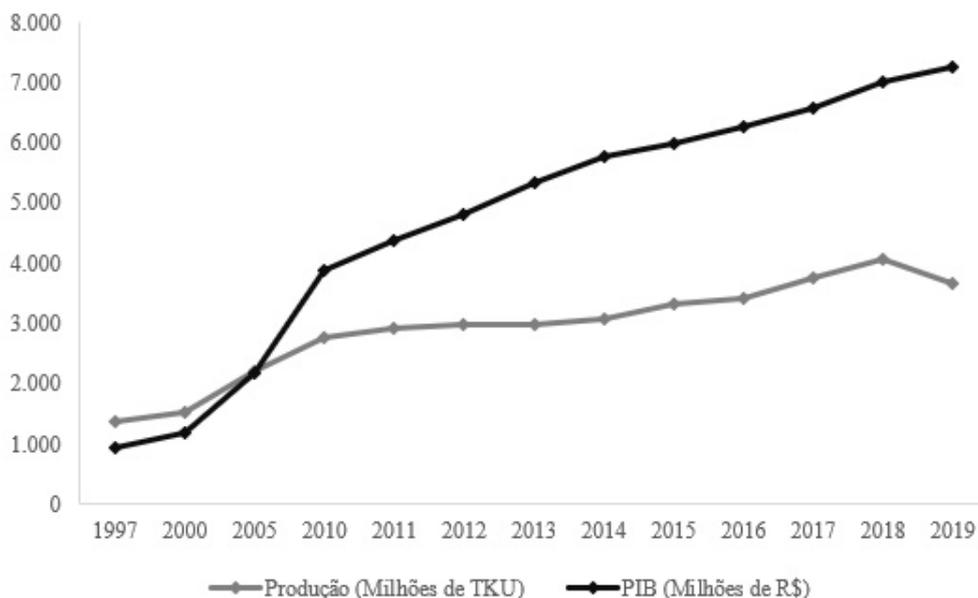


Figura 3: Evolução da produção do transporte ferroviário de cargas e da atividade econômica, 1997-2019

Fonte: IBGE (2020) e ANTT (2020).

Seguindo no comparativo entre os dois modais, a Figura 4 mostra a evolução do consumo de energia para o período de 2010 a 2019, e a emissão de dióxido de carbono (CO₂), de 2002 a 2010. Por meio da análise dos gráficos, nota-se que o modal 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 à emissão de CO₂. 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 Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (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 CO₂ (IPEA, 2018).

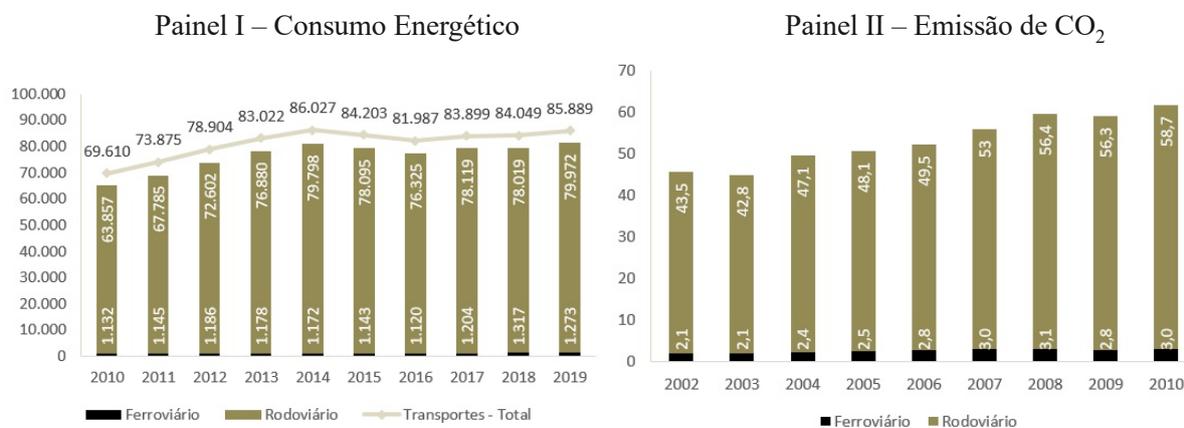


Figura 4: Comparativo do (i) consumo energético e (ii) emissão de CO₂ de ferrovias e rodovias (em milhões)

Fonte: EPE (2020) e IPEA (2018).

Nesse sentido, é válido aprofundar na comparação de ambos modais. No Quadro 1, 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 CO₂, o setor ferroviário é responsável por apenas 5% (IPEA, 2018).

Quadro 1: Comparativo dos modais de carga rodoviário e ferroviário

Modalidade	Características e Infraestrutura	Vantagens	Desvantagens
Rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> - Veículo sobre rodas que opera em rodovias, desejavelmente pavimentadas; - Melhor desempenho se operado em distâncias de até 400km. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidade; - Usado em qualquer tipo de carga; - Amplamente difundido e disponível; - Fácil gerenciamento; - Capilaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limite no tamanho de carga; - Alto custo de operação; - Alto risco de roubos e acidentes; - Maior poluição.
Ferrovário	<ul style="list-style-type: none"> - Meio de transporte em trilhos de ferro; - Melhor desempenho se operado em distâncias entre 400 e 1.500 km. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta eficiência energética; - Grandes quantidades transportadas; - Baixo nível de acidentes; - Menores custos ambientais; - Baixa poluição ao meio ambiente; - Frete com custo baixo. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 subseção ilustra os trabalhos empíricos que versam sobre a atividade e os seus impactos sobre a economia.

2.2 Revisão empírica

Diversos trabalhos aplicados versam sobre o transporte ferroviário de cargas e seus efeitos na economia. 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 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) utilizou da matriz de insumo-produto para analisar os efeitos econômicos dos investimentos feitos pelas concessionárias ferroviárias brasileiras, por meio 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 ao 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, teve o acréscimo na produção do 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 76 regiões econômicas canadenses, por meio de caminhões e ferrovias 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, 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 meteorológica, é esperada uma migração para ferrovias.

O trabalho de Lee e Yoo (2016) aplicou o modelo de I-P visando uma análise crítica dos impactos econômicos dos meios ferroviário, rodoviário, hidroviário e aéreo para a economia nacional coreana, 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 mitiguem 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 sobre o meio ambiente. Foram simulados diversos cenários, sendo 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 em virtude 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, *coeteris 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, para o 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 prazo. Com relação às variações na balança comercial, o resultado foi um crescimento de 0,027% das exportações e uma queda de 0,010% 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, Pruittichaiwiboon, Lee e Lee (2012) desenvolveram seu trabalho com a metodologia EGC, a fim de avaliar o impacto ambiental dos transportes ferroviário e rodoviário na Coreia do Sul. As análises foram baseadas a partir da estimativa do consumo total de energia e emissão de dióxido de carbono (CO₂) na utilização de veículos de passageiros e transporte de cargas. Os resultados apontaram que o modal ferroviário gerou 130,88 kg de CO₂, 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).

Este estudo se aproxima dos trabalhos supracitados ao fazer uma análise dos impactos macroeconômicos da utilização das ferrovias brasileiras para o transporte de cargas. 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.

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 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 e 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, Plaut, 1997; Seetharaman, Kawamura e Bhatta, 2003; Ham, Kim e Boyce, 2005; Kwak, Yoo e Chang, 2005; Doll e Schaffer, 2007; Nealer et al., 2011; Nealer, Matthews e Hendrickson, 2012; Bachmann, Roorda e Kennedy, 2016; e Yu, 2018).

Geralmente, o modelo é 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 neste 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 um 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 (GUILHOTO, 2011).

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 e exportações. Para que esse movimento ocorra, é necessária uma quantidade de insumos (muitas vezes pode advir de uma importação) que vão gerar valor adicionado por meio de remuneração e emprego (GUILHOTO, 2011).

Considerando x_i como a saída total (produção) do setor i e f_i sendo 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 equação:

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

sendo a_{ij} o grau de interdependência, x_{ij} 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 e 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.

No presente trabalho, 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:

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

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 a 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 do Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES) da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). A utilização da matriz insumo-produto desagregada por meio 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 discussão

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 e 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 MIP 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 e OLIVEIRA, 2021). No que se refere à interpretação dos resultados obtidos, os indicadores representam quantas unidades monetárias são necessárias para cada aumento de uma 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 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.

Conforme indicado pela Tabela 1, os produtos de destaque em um contexto geral foram ‘peixes 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. Para contextualizar, as economias primário-exportadoras, como a economia brasileira, que desde 1500 dedicava a sua produção para fora, estavam sujeitas ao declínio de suas relações de troca com 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 e SAES, 2013; GREMAUD, VASCONCELLOS e 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 e SAES, 2013; GREMAUD, VASCONCELLOS e 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 pela Figura 4, reforça a significância da produção de carnes no país. Outro ponto que fica evidente com a análise da figura 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.

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	Telecomun., TV por assinatura e outros	1,83
8	Conservas de frutas, vegetais e sucos	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 infraestrutura	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	Gasoálcool	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 animais vivos, prods. anim., caça	1,76
16	Etanol e outros biocombustíveis	2,31	82	Serviços cinemat., música, rádio e televisão	1,76
17	Açúcar	2,29	83	Leite de vaca e de outros animais	1,76
18	Prod. deriv. do trigo, mandioca ou milho	2,29	84	Manut., reparo e instal. de máq. e equip.	1,76
19	Arroz beneficiado e prod. deriv. 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	1,74
21	Outros produtos alimentares	2,25	87	Componentes eletrônicos	1,73
22	Prod. da metalurgia de metais não-ferrosos	2,23	88	Livros, jornais e revistas	1,73
23	Peças fundidas de aço e metais não-ferrosos	2,22	89	Organizações patronais, sindicais e outros	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. cab., carroc., reb.	2,20	92	Material eletrônico e equip. de comunic.	1,69
27	Ferro-gusa e ferroligas	2,19	93	Transporte aéreo	1,69
28	Semiacabados, laminados e tubos de aço	2,19	94	Máq. para escritório e equip. de informática	1,68
29	Bebidas	2,18	95	Milho em grão	1,68
30	Peças e acessórios para veículos automot.	2,14	96	Soja em grão	1,68
31	Celulose	2,14	97	Outros prod. e serv. da lavoura temporária	1,68
32	Papel, papelão, embalagens e artefatos	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 lav. temp.	1,67
36	Defensivos agrícolas e desinfestantes	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 similar	1,66
39	Produtos químicos orgânicos	2,10	105	Água, esgoto, reciclagem e resíduos	1,66
40	Calçados e artefatos de couro	2,09	106	Manut. de comput., telef. e obj. domésticos	1,65
41	Adbos e fertilizantes	2,09	107	Armazen. e serv. auxiliares aos transportes	1,60
42	Art. têxteis de uso domést. 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 sintét.	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	Serv. de artes, cultura, esporte e recreação	1,52
48	Fios e fibras têxteis beneficiadas	2,06	114	Intermed. financeira, seguros e previdência	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	Vidros, cerâmicos e outros	2,03	117	Educação privada	1,49
52	Produtos de metal, excl. máq. e equip.	2,01	118	Aluguéis não-imob. e prop. intelectual	1,47
53	Publicidade e outros serviços técnicos	1,99	119	Serviços de arquitetura e engenharia	1,45
54	<u>Transporte ferroviário de carga</u>	<u>1,98</u>	120	Outros serviços administrativos	1,43
55	Transporte dutoviário	1,98	121	Condomínios e serviços para edifícios	1,43

continua...

continuação...

56	Tratores e outras máquinas agrícolas	1,98	122	Serviços coletivos da administração pública	1,42
57	Outras máquinas e equip. mecânicos	1,98	123	Serviços de previdência e assistência social	1,42
58	Transporte rodoviário de carga	1,98	124	Serv. jurídicos, contabilidade e consultoria	1,42
59	Minerais metálicos não-ferrosos	1,97	125	Desenv. de sistemas e outros serviços	1,40
60	Máq. para a extração mineral e construção	1,97	126	Prod. da exploração florestal e silvicultura	1,40
61	Transp. escolar, táxi e rodov. passag. fret.	1,96	127	Pesca e aqüicult. (peixe, crust., moluscos)	1,39
62	Transp. rodov. passag. munic. e metropol.	1,96	128	Educação pública	1,31
63	Transp. rodov. passag. intermun. (itin. fixo)	1,96	129	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	1,29
64	Transporte metroferroviário de passageiros	1,96	130	Serv. de vigilância, segurança e investig.	1,24
65	Aeronaves, embarcações e outros equip.	1,93	131	Aluguel imputado	1,09
66	Produtos de madeira, exclusive móveis	1,91	132	Serviços domésticos	1,00

Fonte: Elaboração própria (2021).

O transporte ferroviário de cargas, objeto de estudo deste 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. Apesar dos modais de transporte de cargas, que compõem a matriz de insumo-produto desagregada, aparecerem com o mesmo efeito multiplicador devido ao processo de diagonalização da matriz, as demandas totais 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).

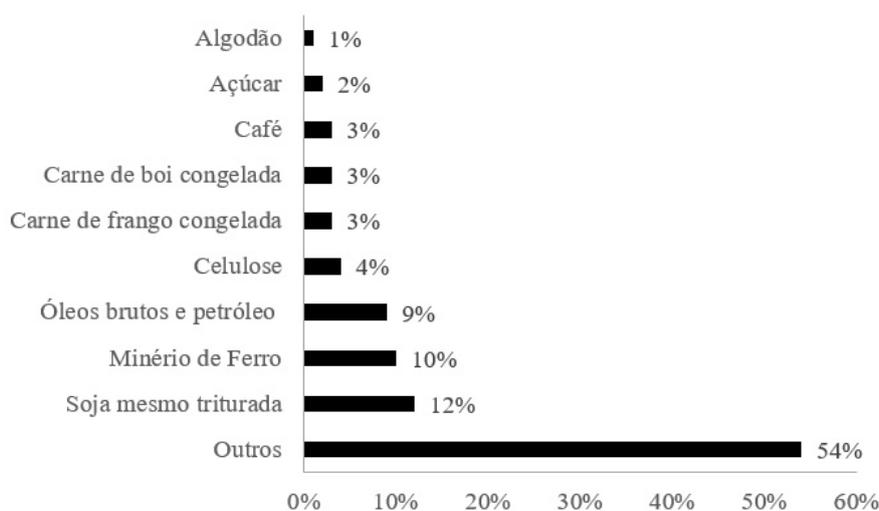


Figura 5: Pauta de exportações brasileiras em 2019

Fonte: MDIC (2019).

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 um 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-C), 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 por meio 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 um milhão de unidades monetárias dispendidas na demanda final, são exigidos 23,81 postos de trabalho em função do transporte ferroviário de cargas.

Quando se aumenta a circulação de fluxos de comércio pelas malhas de ferro, surge a necessidade de contratação de maquinistas, além do crescimento da procura por trabalhadores 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.

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	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 animais vivos, prods. anim., caça	98,28	70	Pesquisa e desenvolvimento	20,24
5	Leite de vaca e de outros animais	97,18	71	Água, esgoto, reciclagem e resíduos	19,85
6	Prod. da exploração florestal e silvicultura	60,03	72	Minerais não-metálicos	19,19
7	Pesca e aquícult. (peixe, crust. e moluscos)	59,78	73	Produtos de metal, excl. máq. e equip.	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 prop. intelectual	18,51
11	Carne de bovinos e outros prod. de carne	54,63	77	Serv. jurídicos, contabilidade e consultoria	18,27
12	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	53,08	78	Armazen. e serv. 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 prod. e serv. da lavoura temporária	50,10	81	Papel, papelão, embalagens e artefatos	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 cinemat., música, rádio e televisão	16,32
22	Cana-de-açúcar	47,89	88	Livros, jornais e revistas	16,17
23	Algodão herbáceo, outras fibras lav. temp.	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	45,55	91	Eletrodomésticos	15,24
26	Serviços pessoais	45,51	92	Peças e acessórios para veículos automot.	15,11

continua...

continuação...

27	Serv. de artes, cultura, esporte e recreação	43,73	93	Outras máquinas e equip. mecânicos	15,02
28	Manut. de comput., telef. e obj. 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	Serv. de vigilância, segurança e investig.	37,53	96	Prod. da metalurgia de metais não-ferrosos	14,78
31	Educação privada	36,82	97	Peças fundidas de aço e 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	Máq. para a extração mineral e construção	14,65
34	Prod. deriv. do trigo, mandioca ou milho	35,16	100	Desenvolv. de sistemas e outros serviços	14,44
35	Serviços de alojamento em hotéis e similar	34,31	101	Produtos químicos diversos	13,52
36	Arroz beneficiado e prod. deriv. 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	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 equip.	12,63
40	Fios e fibras têxteis beneficiadas	33,22	106	Caminhões e ônibus, incl. cab., carroc. reb.	12,43
41	Açúcar	33,04	107	Automóveis, camionetas e utilitários	12,41
42	Outros produtos alimentares	32,97	108	Semiacabados, laminados e tubos de aço	12,29
43	Café beneficiado	32,91	109	Ferro-gusa e ferroligas	12,19
44	Conservas de frutas, vegetais e sucos	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	11,39
46	Etanol e outros biocombustíveis	31,97	112	Telecomun., TV por assinatura e outros	11,01
47	Tecidos	30,99	113	Componentes eletrônicos	10,81
48	Art. têxteis de uso domést. e outros têxteis	30,21	114	Máq. para escritório e equip. de informática	10,72
49	Educação pública	28,88	115	Adubos 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 comunic.	10,33
52	Móveis	28,08	118	Produtos químicos inorgânicos	10,15
53	Edificações	27,30	119	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintét.	10,06
54	Produtos de indústrias diversas	27,28	120	Produtos químicos orgânicos	9,95
55	Produtos do fumo	26,42	121	Intermed. financeira, seguros e previdência	8,57
56	Obras de infraestrutura	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	<u>Transporte ferroviário de carga</u>	<u>23,81</u>	124	Gasoálcool	6,90
59	Transporte dutoviário	23,81	125	Óleo combustível	6,90
60	Saúde pública	23,59	126	Diesel - biodiesel	6,90
61	Transp. escolar, táxi e rodov. passag. fret.	23,53	127	Naftas para petroquímica	6,90
62	Transp. rodov. passag. munic. e metropol.	23,53	128	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	6,62
63	Transp. rodov. passag. intermun. (itin. fixo)	23,53	129	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	6,17
64	Transporte metroferroviário de passageiros	23,53	130	Eletricidade, gás e outras utilidades	5,98
65	Manut., reparo e instal. de máq. e equip.	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).

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. 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, apresentam fortes características de concentração. Aprofundando os estudos acerca do assunto, o

multiplicador de renda indica qual a variação da renda (Tabela 3) sobre a variação no componente da demanda final de determinado setor (RIBEIRO, PEREIRA e OLIVEIRA, 2021). Em outras palavras, quanto de renda será gerado com o adicional de uma unidade monetária da demanda final. As famílias recebem a renda como forma de pagamento pelo 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 via geração de mais empregos no comércio e aquecimento das indústrias de bens de produção. Dessa forma, quanto maior for a 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 invest.	0,76	69	Peças fundidas de aço e metais não-ferrosos	0,35
4	Saúde pública	0,74	70	Conservas de frutas, 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	Prod. 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 prod. deriv. do arroz	0,34
11	Calçados e artefatos de couro	0,48	77	Serviços de alimentação	0,34
12	Armaz. e serviços auxiliares aos transportes	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	Serv. de alojamento em hotéis e similares	0,48	80	Manut., reparo e instal. de máq. e equip.	0,34
15	Desenvolv. de sistemas e outros serviços	0,47	81	Prod. deriv. do trigo, mandioca ou milho	0,34
16	Saúde privada	0,47	82	Obras de infraestrutura	0,34
17	Serviços cinemat., música, rádio e televisão	0,42	83	Carvão mineral	0,33
18	Organizações patronais, sindicais e outros	0,42	84	Automóveis, camionetas e utilitários	0,33
19	Serviços pessoais	0,42	85	Caminhões e ônibus, incl. cab., carroc. reb.	0,33
20	Artigos do vestuário e acessórios	0,42	86	Aluguéis não-imob. e prop. intelectual	0,33
21	Manut. de comput., telef. e obj. domésticos	0,41	87	Etanol e outros biocombustíveis	0,33
22	Livros, jornais e revistas	0,41	88	Água, esgoto, reciclagem e resíduos	0,32
23	Serviços de impressão e reprodução	0,41	89	Minerais metálicos não-ferrosos	0,32
24	Serv. 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	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 automot.	0,40	94	Produtos farmacêuticos	0,32
29	Produtos de metal, excl. máq. e equip.	0,40	95	Semiacabados, laminados e tubos de aço	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

continua...

continuação...

32	Art. têxteis de uso domést. e outros têxteis	0,39	98	Produtos do fumo	0,29
33	Eletrodomésticos	0,39	99	Equip. de medida, teste e controle, ópticos	0,29
34	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,39	100	Suínos	0,29
35	Produtos de madeira, exclusive móveis	0,39	101	Bovinos e animais vivos, prods. anim., caça	0,29
36	Máq. para a extração mineral e 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	Intermed. financeira, seguros e previdência	0,38	104	Máq. para escritório e equip. de informática	0,27
39	Serv. jurídicos, contabilidade e consultoria	0,38	105	Material eletrônico e equip. de comunic.	0,27
40	Outras máquinas e equip. mecânicos	0,38	106	Produtos químicos inorgânicos	0,26
41	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	0,38	107	Telecomun., TV por assinatura e outros	0,26
42	Cimento	0,38	108	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sint.	0,25
43	Vidros, cerâmicos e outros	0,38	109	Produtos químicos orgânicos	0,25
44	Fios e fibras têxteis beneficiadas	0,38	110	Adubos e fertilizantes	0,25
45	Transporte metroferroviário de passageiros	0,37	111	Arroz, trigo e outros cereais	0,24
46	Aeronaves, embarcações e equip.	0,37	112	Café em grão	0,24
47	Transp. rodov. passag. intermun. (itin. fixo)	0,37	113	Milho em grão	0,24
48	Transp. rodov. passag. munic. e metropol.	0,37	114	Outros prod. e serv. da lavoura temporária	0,23
49	Transp. escolar, táxi e rodov. passag. fret.	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 lav. temp.	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	<u>Transporte ferroviário de carga</u>	<u>0,36</u>	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 laticínio	0,36	127	Diesel - biodiesel	0,17
62	Produtos de indústrias diversas	0,35	128	Prod. da exploração florestal e silvicultura	0,16
63	Transporte aéreo	0,35	129	Pesca e aquicult. (peixe, crust. e moluscos)	0,16
64	Outros produtos alimentares	0,35	130	Minério de ferro	0,16
65	Papel, papelão, embalagens e artefatos	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 pelo Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex), 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 e social como uma de suas diretrizes, ao afirmar que a prestação dos serviços logísticos deve contribuir para o mesmo, considerando as particularidades regionais, sendo dever do Estado a sua promoção e alavancagem no âmbito nacional.

No que tange às políticas atuais, o Plano de Política Nacional de Transportes (2018) delineou estratégias para os modais aéreo, rodoviário, ferroviário e aquaviário. Para o ferroviário, em especial, 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, entre 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, por meio da utilização dos multiplicadores de produção, renda e emprego, baseados na matriz de insumo-produto de 2010. A principal inovação metodológica desta 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 a construção deste 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 econômicos. 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.

Em 2021, os investimentos no setor de transporte como um todo atingiram a mínima histórica desde 2001, se comparados aos valores corrigidos pela inflação (CNT, 2021). Os cortes de investimento desse cunho impactam tanto 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. Além dos investimentos voltados para a infraestrutura, segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF, 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. Os trabalhos empíricos anteriores a este e os dados discutidos a respeito do setor apontam que um maior aporte de recursos para os serviços de transporte, especialmente o transporte ferroviário de cargas, resulta em melhorias para toda cadeia produtiva do país.

Acerca das aplicações, são amplos os horizontes para além deste trabalho. 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 EGC, com fechamento de curto e longo prazos, a fim de identificar como a economia brasileira reagiria para cada flutuação econômica no setor ferroviário.

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.; FIELD JR., A. J.; COBB, S. L. **Economia Internacional**. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES FERROVIÁRIOS (ANTF). **A evolução do setor ferroviário brasileiro nos últimos 15 anos: conquistas, avanços e desafios**. Brasília: ANTF, 2012. Disponível em: <https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rodrigo_vilaca-antf-menor.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2021.

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**, v. 2598, n. 1, p. 46-57, 2016. DOI: 10.3141/2598-06

BARAT, J. **A evolução dos transportes no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/IPEA, 1978.

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: Policy and Practice**, v.135, p. 1-23, 2020. DOI: 10.1016/j.tra.2020.02.018

BETARELLI JUNIOR, A. A.; FARIA, W. R.; PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A. **Expansões logísticas, competitividade e efeitos regionais: os casos dos setores ferroviário e portuário na política comercial brasileira**. Projeto de pesquisa (relatório). Chamada MCTI/CNPq n. 14/2014. Brasília: CNPq, 2019.

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, n.1, 124271, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124271

BRASIL. **Decreto n.º 1.832, de 4 março de 1996**. Aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1832.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto n.º 101, de 31 de outubro de 1835**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-101-31-outubro-1835-562803-publicacaooriginal-86906-pl.html>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto n.º 473, de 10 de março de 1992**. 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0473.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 10.233, de 5 de junho de 2001**. 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 Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 3.115, de 16 de março de 1957**. Determina a transformação das empresas ferroviárias da União em sociedades por ações, autoriza a constituição da Rede Ferroviária S.A., e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l3115.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 8.031, de 12 de abril de 1990**. Cria o Programa Nacional de Desestatização, e dá outras providências (revogada). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8031.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BRASIL. **Lei n.º 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18987cons.htm>. Acesso em: 08 mai. 2021.

BUTTON, K. **Transport Economics**. 3 ed. Massachusetts: Edward Elgar, 2010.

- CARVALHO, D. N. **O papel das ferrovias no crescimento econômico do Brasil**. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife: UFRPE, 2019.
- CHEN, Z.; XUE, J.; ROSE, A. Z.; HAYNES, K. E. The impact of high-speed rail investment on economic and environmental change in China: a dynamic CGE analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 92, p. 232-245, 2016. DOI: 10.1016/j.tra.2016.08.006
- COLAVITE, A. S.; KONISHI, F. A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade. In: XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT, Resende – RJ, outubro de 2015. **Anais**. Resende: AEDB, 2015.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **O Sistema Ferroviário Brasileiro**. Transporte e Economia. Brasília: CNT, 2013.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Painel CNT do Transporte – Ferroviário**. 2020. Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/painel-cnt-transporte-ferroviario>>. Acesso em: 14 fev. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Painel de Acidentes Rodoviários**. 2020. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/painel-acidente>>. Acesso em: 14 fev. 2021.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **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. DOI: 10.1016/j.tranpol.2006.09.001
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2020: ano base 2019**. Rio de Janeiro: EPE, 2020.
- EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. (EPL). **Relatório executivo do Plano Nacional de Logística – PNL, 2025**. 2018. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/html/objects/_downloadblob.php?cod_blob=5387>. Acesso em: 14 fev. 2021.
- FERNANDES, M. E. P. **Transportes, investimentos e transmissões intersetoriais: os efeitos econômicos das concessões ferroviárias à economia brasileira**. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora: UFJF, 2017.
- GREMAUD, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; TONETO JÚNIOR, R. **Economia brasileira contemporânea**. 8 ed. 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, 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. DOI: 10.1016/j.tra.2005.02.006
- HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (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). **Produto Interno Bruto - PIB, 2020**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. 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). **VII Brasil nos Trilhos: a retomada do crescimento do país passa pelas ferrovias de carga: a importância econômica do setor ferroviário no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA/FGV, 2018.
- KWAK, S. J.; YOO, S. H.; CHANG, J. I. The role of the maritime industry in the Korean national economy: an input-output analysis. **Marine Policy**, v. 29, n. 4, p. 371-383, 2005. DOI: 10.1016/j.marpol.2004.06.004
- LEE, M. K.; YOO, S. H. The role of transportation sectors in the Korean national economy: An input-output analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 93, p. 13-22, 2016. DOI: 10.1016/j.tra.2016.08.016
- MAOH, H.; KANAROGLOU, P.; WOUDESMAN, C. Simulation model for assessing the impact of climate change on transportation and the economy in Canada. **Transportation Research Record: Jour-**

nal of the Transportation Research Board, v. 2067, n. 1, p. 84-92, 2008. DOI: 10.3141/2067-10

MENELAU, B. G. S. **Infraestrutura do transporte brasileiro: impactos sobre o setor produtivo, com ênfase nos modais rodoviário e ferroviário**. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2012.

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

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: foundations and extensions**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

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

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (MTPA). **Política Nacional de Transportes**. Resumo Executivo / Livro de Estado e Caderno das Estratégias Governamentais. Brasília: MTPA, 2018.

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. DOI: 10.1016/j.tra.2011.11.010

NEALER, R.; WEBER, C. L.; HENDRICKSON, C.; SCOTT MATTHEWS, H. 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. DOI: 10.1016/j.tre.2010.11.015

NORTH, D. C. Teoria da localização e crescimento econômico regional. In: SCHWARTZMAN, J. **Economia regional: textos escolhidos**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 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 Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, *online*, outubro de 2020. **Anais**. São Paulo: ABER, 2020.

PLAUT, P. O. Transportation-communications relationships in industry. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 31, n. 6, p. 419-429, 1997. DOI: 10.1016/S0965-8564(96)00036-5

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. DOI: 10.4491/eer.2012.17.1.027

RIBEIRO, C. S.; PEREIRA, R. M.; OLIVEIRA, G. G. Estrutura produtiva do semiárido baiano: uma análise insumo-produto. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 18, n. 31, p. 296-314, 2021. DOI: 10.22481/ccsa.v18i31.7979

RIBEIRO, G. **Impactos econômicos dos ganhos de produtividade do setor ferroviário de carga brasileiro**. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora: UFJF, 2018.

ROCHA, C. F. **O Transporte de cargas no Brasil e sua importância para a economia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí: Unijuí, 2015.

SAES, F. A. M.; SAES, A. M. **História Econômica Geral**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

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**, v. 1833, n. 1, p. 17-23, 2003. DOI: 10.3141/1833-03

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

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

TOYOSHIMA, S. H.; 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. **Centre of Policy Studies/IMPACT Centre Working Papers**, 230, p. 1-33. Melbourne: Victoria University, 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, 2018. DOI: 10.1080/01441647.2017.1406557