

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
NÍVEL DOUTORADO**

**MÁRCIO NORA BARBOSA**

**IMPACTO ECONÔMICO DO PROGRAMA BR DO MAR: UMA ANÁLISE DE  
EQUILÍBRIO GERAL POR MEIO DO PAEG-TLOG**

**Porto Alegre (RS)**

**2022**

MÁRCIO NORA BARBOSA

**IMPACTO ECONÔMICO DO PROGRAMA BR DO MAR: UMA ANÁLISE DE  
EQUILÍBRIO GERAL POR MEIO DO PAEG-TLOG**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor em Economia, pelo  
Programa de Pós-Graduação em Economia da  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador: Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo  
Coorientadora: Profa. Dra. Angélica Massuquetti

Porto Alegre (RS)

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

B238i

Barbosa, Márcio Nora.

Impacto econômico do Programa BR do Mar: uma análise de equilíbrio geral por meio do PAEG - TLOG / Márcio Nora Barbosa. 2022.

146 f.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale dos Sinos/UNISINOS, Programa de Pós-Graduação em Economia – Economia Internacional.

Orientador: Dr<sup>o</sup>. André Filipe Zago de Azevedo.

Co-orientador: Dr<sup>a</sup>. Angélica Massuquetti.

1. Economia. 2. Infraestrutura de transporte. 3. Programa BR do Mar. 4. PAEG - TLOG. I. Azevedo, André Filipe Zago de. II. Massuquetti, Angélica. Título.

CDU 330

Catálogo na fonte: Bibliotecária Flávia Reis de Oliveira CRB10/1946

MÁRCIO NORA BARBOSA

**IMPACTO ECONÔMICO DO PROGRAMA BR DO MAR: UMA ANÁLISE DE  
EQUILÍBRIO GERAL POR MEIO DO PAEG-TLOG**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor em Economia,  
pelo Programa de Pós-Graduação em Economia  
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
(UNISINOS).

Aprovado em 25 de fevereiro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo – UNISINOS

Profa. Dra. Angélica Massuquetti – UNISINOS

Prof. Dr. Guilherme Stein – UNISINOS

Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira – FURG

Prof. Dr. Angelo Costa Gurgel – FGV

## **AGRADECIMENTO À CAPES/FAPERGS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) por meio do Edital CAPES/FAPERGS 04/2017, no período de 01/03/2017 a 30/11/2020.

Dedico aos meus pais, Paulo e Rosa, à minha irmã Roberta, à minha esposa Sergiane e à  
minha filha Rafaela.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, professor André Filipe Zago de Azevedo, e à minha coorientadora, professora Angélica Massuquetti, pelos ensinamentos na sala de aula e na construção e no desenvolvimento da Tese, principalmente por toda a atenção, a paciência, o estímulo, a condução e as diretrizes, bem como pelo companheirismo e amizade durante este período de doutoramento. Também agradeço as contribuições diretas para o desenvolvimento desta Tese dadas pelo professor Guilherme Stein e pelo professor Gibran Teixeira.

Agradeço ao grupo de pesquisadores do Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG) por terem me recebido tão bem na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. Em especial, ao professor Angelo Costa Gurgel, que desde o primeiro contato topou a ideia e foi de fundamental importância para que desenvolvêssemos o modelo proposto nesta Tese, além de toda sua paciência e de seus ensinamentos ao longo desse período.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), pelos ensinamentos e pela forma como fui recebido ao longo do curso.

Agradeço aos colegas e amigos que tive a grata surpresa de conhecer com ótimas conversas, trocas de ideias e boas risadas que ajudaram e muito no período em que estivemos juntos ao longo do doutoramento.

Agradeço aos primeiros professores e incentivadores na academia que tive e que hoje tenho a satisfação de serem meus amigos, em especial o professor Paulo Lessa Pinto, o professor Gibran Teixeira e a professora Patrizia Raggi Abdallah por ser a minha mentora na academia e por proporcionar o ambiente da Unidade de Pesquisa em Economia Costeira (UPEC)/ Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e todos os projetos em que trabalhamos juntos.

Finalmente, agradeço aos meus familiares e às pessoas mais importantes não só nesse período, mas em toda a jornada da formação: meus pais Paulo e Rosa e minha irmã Roberta por serem os melhores professores que tive em minha vida. Em especial, agradeço à minha esposa, Sergiane, pelo amor, amizade, incentivo e paciência por todas as viagens e muitas vezes ausente, mas agradeço a ela, principalmente, por ter me dado o meu maior presente e inspiração de todos os dias, a minha filha Rafaela.

## RESUMO

O objetivo desta tese é investigar a relação da infraestrutura de transportes nacional, em especial a portuária, com o comércio doméstico e externo brasileiro, analisando os possíveis efeitos que o Programa BR do Mar, política do governo federal brasileiro de incentivo à cabotagem, poderá exercer sobre a matriz de transportes de cargas e nas rotas inter-regionais do país, assim como verificar os efeitos sobre os setores econômicos nacionais e os efeitos *spillovers* no comércio internacional do Brasil. Para tanto, foi desenvolvido um modelo de equilíbrio geral computável, denominado PAEG-TLOG, com base no modelo GTAP em sua versão 10, e que retrata a matriz de transporte inter-regional e suas respectivas rotas em quatro diferentes modais de transportes. Os resultados indicam que o Programa BR do Mar geraria um maior equilíbrio da matriz de transportes inter-regional, com a maior participação da cabotagem, devido aos ganhos de mercado sobre o modal rodoviário, representando uma redução de, aproximadamente, 410 mil caminhões nas estradas em longas distâncias, reduzindo os acidentes, os custos com roubos e avarias e gerando menores níveis de poluição. Os efeitos setoriais indicam que os setores produtivos localizados nas regiões Nordeste, Sudeste e Norte possuiriam maiores incrementos nos níveis de produção (em sua maioria), com destaque para os setores de arroz e de químicos. Porém, os setores de soja e de serviços de transporte responderiam com perdas da atividade produtiva. Os efeitos agregados gerariam um avanço do PIB e do bem-estar brasileiro, na ordem de 0,1% para ambas as variáveis, e se observa o comércio exterior sendo o componente do PIB que mais contribuiria para esse saldo positivo, com incrementos nas exportações de 0,09% e de 0,06% para as importações. Os resultados corroboram com os argumentos de que uma matriz de transporte mais equilibrada reduz os custos de produção e comercialização, tornando as regiões mais competitivas, elevando seu consumo e produção, e possibilitando uma maior participação no comércio internacional devido à maior competitividade de seus produtos.

**Palavras-chave:** Infraestrutura de transporte; Cabotagem; Programa BR do Mar; Equilíbrio geral computável; PAEG-TLOG.



## ABSTRACT

The aim of this dissertation is to investigate the relationship of the national transportation infrastructure, specially the ports, with the domestic and external Brazilian trade, analyzing the possible effects that the Brazilian government policy to encourage the cabotage (“Br do Mar” program) could exert on the country’s cargo transportation matrix and interregional routes, as well as verify the effects on the national economic sectors and the spillover effects on Brazil's international trade. To reach this aim, a Computable General Equilibrium Model, called PAEG-TLOG was developed, based on the GTAP model version 10. This model presents the interregional transport matrix and its respective routes in 4 different modes of transport. The results indicate that the “BR do Mar” program generates a greater balance in the interregional transport matrix, with a greater participation of cabotage, due to market gains over the road modal, representing a reduction of approximately 410 thousand trucks on the long distances roads, reducing accidents, theft and damage costs and generating lower levels of pollution. The sectorial effects indicate that the productive sectors located in the Northeast, Southeast and North regions have greater increases in production levels (mostly), with emphasis on the Rice and Chemical sectors. However, the Soybean sector and the transport services sector presented losses in productive activity. The aggregate effects generate an increase in Brazilian GDP and welfare of around 0.1% for both variables. The foreign trade showed to be the GDP component that most contributes to this positive balance, with increases in exports of 0.09% and 0.06% for imports. The results corroborate with the scenario that a more balanced transport matrix reduces the production and marketing costs, making the regions more competitive, increasing their consumption and production, and enabling a greater participation in international trade due to the greater competitiveness of their products.

**Keywords:** Transport infrastructure; Cabotage; BR do Mar Program; Computable General Equilibrium; PAEG-TLOG.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Movimentação portuária brasileira no período de 2010-2020 (x 1.000 toneladas).	37
Figura 2 - Característica da movimentação portuária nas grandes regiões do Brasil em 2020 (x 1.000 toneladas).....	38
Figura 3 - Movimentação via cabotagem por perfil de carga no período 2010-2020 .....	41
Figura 4 - Principais grupos de mercadorias (SH2) transportadas pelo modal de cabotagem no Brasil no ano de 2020 .....	42
Figura 5 - Árvore tecnológica da divisão do transporte inter-regional do Brasil em modais...	60
Figura 6 - Efeitos do Programa BR do Mar sobre a matriz de transporte inter-regional após a realização do experimento 3 .....	69
Figura 7 - Variação % da produção dos setores da agropecuária nas grandes regiões brasileiras .....	72
Figura 8 - Variação (%) da produção dos setores de manufaturas nas grandes regiões brasileiras .....	74
Figura 9 - Variação (%) da produção dos setores de serviços nas grandes regiões brasileiras	75
Figura 10 - Efeitos sobre os componentes do PIB sob a ótica da demanda .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos empíricos internacionais sobre infraestrutura de transporte e MEGC.....	28
Quadro 2 - Estudos empíricos nacionais sobre infraestrutura de transporte e MEGC .....	33
Quadro 3 - Índice de infraestrutura do Brasil do <i>Global Competitiveness Index</i> .....	34
Quadro 4 - Os 10 portos brasileiros que mais movimentaram cargas em 2020 (mil x toneladas) .....	39
Quadro 5 - Rotas em destaque do transporte de cabotagem no Brasil .....	43
Quadro 6 - Índices de conjuntos da base de dados.....	48
Quadro 7 - Variáveis endógenas que representam níveis das atividades e preços de bens e fatores .....	52
Quadro 8 - Agregação regional e setorial do modelo PAEG (versão 5) .....	56
Quadro 9 - Cenários simulados com base nas propostas do Programa BR do Mar .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz O/D de todos os grupos de mercadorias e modais por região geográfica (mil toneladas).....	57
Tabela 2 - CES funções <i>y<sub>tbr_gsa_r</sub></i> e <i>y<sub>tbr_cg_r</sub></i> .....	62
Tabela 3 - Variação (%) da participação do modal de cabotagem nas rotas inter-regionais após os experimentos .....	66
Tabela 4 - Mudança nos preços domésticos nos setores agropecuários nas grandes regiões brasileiras (%).....	73
Tabela 5 - Mudança nos preços domésticos nos setores de manufaturas nas grandes regiões brasileiras (%).....	75
Tabela 6 - Mudança nos preços domésticos nos setores de serviços nas grandes regiões brasileiras (%).....	76
Tabela 7 - Efeitos da aplicação do Programa BR do Mar sobre o PIB e o bem-estar no Brasil e nas grandes regiões .....	78
Tabela 8 - Análise de sensibilidade – mudança de <i>share</i> na matriz inter-regional .....	83
Tabela 9 - Análise de sensibilidade - mudança no PIB.....	83

## LISTA DE SIGLAS

CNT	Confederação Nacional de Transportes
PIB	Produto Interno Bruto
AEI	<i>American Enterprise Institute</i>
ALC	Acordos de Livre Comércio
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
APE	Acordos de Parceria Econômica
BRI	<i>Belt and Road Initiative</i>
CES	<i>Constant Elasticity of Substitution</i>
CET	<i>Constant Elasticity of Transformation</i>
EUA	Estados Unidos da América
EW9	Rodovia Leste-Oeste 9
FMM	Fundo da Marinha Mercante
GAMS	<i>General Algebraic Modeling System</i>
GCI	Global Competitiveness Index
GTAP	Global Trade Analysis Project
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JETRO	Organização do Comércio Externo do Japão
LES	Sistema Linear de Gastos
MEGC	Modelo de Equilíbrio Geral Computável
MINFRA	Ministério da Infraestrutura
MIP	Matriz Insumo Produto
MPSGE	<i>Mathematical Programming System for General Equilibrium</i>
OCDE	Banco Mundial e Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAEG	Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira
PAEG-	Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira com 4 Modais de
TLOG	Transportes
PNL	Planos Nacionais de Logística
SH	Sistema Harmonizado
SVO	Sistema Viário Oeste
TUP	Terminais de Uso Privativos

UE União Europeia

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 COMÉRCIO E INFRAESTRUTURA: UM OLHAR SOBRE A LOGÍSTICA PORTUÁRIA.....	20
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
2.1.1 Comércio Internacional e Crescimento Econômico .....	20
2.1.2 Infraestrutura e Comércio.....	22
2.2 INFRAESTRUTURA E COMÉRCIO REGIONAL E INTERNACIONAL: REVISÃO EMPÍRICA.....	23
2.3 INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DE TRANSPORTE BRASILEIRA.....	34
2.3.1 Infraestrutura Portuária Brasileira .....	36
2.3.2 Transporte de Cabotagem no Brasil .....	39
3 METODOLOGIA.....	47
3.1 MODELO PAEG ORIGINAL.....	47
3.1.1 Funções de Identidade: Equilíbrio no Mercado de Bens e Fatores .....	48
3.1.2 Equações de Restrição Orçamentária: Balanço da Renda.....	50
3.1.3 Condições de Lucro Zero .....	50
3.1.4 Estrutura de Decisão do Modelo (Comportamento dos Agentes).....	51
3.1.5 Cálculo do Bem-Estar e do PIB.....	53
3.1.6 Agregação Regional e Setorial do Modelo.....	55
3.2 MODELO PAEG-TLOG.....	56
3.2.1 Dados da Matriz Origem-Destino (O/D) de Transporte de Cargas no Brasil .....	57
3.2.2 Adições ao Modelo Original .....	58
3.2.3 Elasticidades – Substituição entre Modais de Transportes.....	61
3.3 SIMULAÇÃO DO PROGRAMA BR DO MAR.....	62
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	65

4.1 EFEITOS SOBRE A MATRIZ DE TRANSPORTES E ROTAS INTER-REGIONAIS DE CARGAS.....	65
4.1.1 Efeitos sobre as Rotas Inter-Regionais.....	65
4.1.2 Efeitos sobre a Matriz de Transporte Inter-Regional .....	68
4.2 EFEITOS SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA.....	71
4.2.1 Efeitos sobre a Produção Setorial no Brasil .....	71
4.2.2 Efeitos sobre o PIB e o Bem-Estar.....	77
4.2.3 Efeitos sobre o Fluxo de Comércio Brasileiro .....	80
4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	82
5 CONCLUSÕES.....	85
REFERENCIAS .....	88
APÊNDICE.....	97
APÊNDICE A - Identidade contábil dos demais componentes do modelo PAEG ....	97
APÊNDICE B - Protocolo de desenvolvimento do Modelo PAEG-TLOG.....	98
APÊNDICE C - Resultados setoriais com todos os experimentos .....	136
APÊNDICE D - Resultados do comércio inter-regional e internacional dos setores econômicos.....	139
APÊNDICE E - Elasticidades do tipo CES utilizadas de estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020).....	145
ANEXOS.....	146
ANEXO A - Redes de transporte no Brasil .....	146



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico do Brasil apresenta uma série de obstáculos, como os custos para os negócios, que são relativamente altos e reduzem a competitividade dos produtos nacionais no âmbito internacional (HADDAD *et al.*, 2011). Este alto custo refere-se ao que é conhecido como “Custo Brasil”. Ele está associado a processos mais lentos, caros e ineficientes, causados pela burocracia e pela infraestrutura logística insuficiente, principalmente a portuária e a aeroportuária, aos custos de armazenagem acima da média internacional, aos impostos em cascata, assim como ao conjunto de regras tributárias que geram incertezas devido às mudanças repentinas, o que reduz a competitividade em uma economia globalizada (BARBIERI, SILVEIRA; SILVA, 2014; FALCÃO; CORREIA, 2012).

Segundo *World Economic Forum* (2019), a oferta de infraestrutura é um dos principais problemas da competitividade brasileira. O Brasil aparece apenas na 71ª posição em termos de competitividade internacional em um *ranking* com 141 países para o ano de 2019<sup>1</sup>. Quando se compara a infraestrutura no mesmo grupo de países, passa a ocupar a 78ª posição e, ainda, quando analisado apenas o setor de transporte, em seus diferentes modais, suas colocações são: 86ª para as ferrovias; 85ª para transporte aéreo; 116ª para as rodovias; e 104ª para portos.

O custo logístico nacional consome 12,7% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, o equivalente, em 2016, a R\$ 749 bilhões. Deste montante, a maior parte do custo é formada pelo transporte, que equivale a 6,8% do PIB (R\$ 401 bilhões), seguido de estoque (4,5% do PIB ou R\$ 268 bilhões), de armazenamento (0,9% do PIB ou R\$ 53 bilhões) e de administrativo (0,5% do PIB ou R\$ 27 bilhões) (CNT, 2016). Este alto custo contribui com a ideia de uma infraestrutura de transporte insuficiente, tanto em sua forma doméstica, quanto aquela que está diretamente ligada ao comércio exterior na região portuária, e que afeta a competitividade da economia brasileira de maneira sistêmica (ASSIS; COSTA; HIRASSAKA, 2019; MONTES; REIS, 2011).

Em termos domésticos, a matriz de transporte brasileira contribui para a infraestrutura de transporte ineficiente e inadequada, justamente pelo fato do uso do modal rodoviário de forma muito concentrada. Isso gera ao país desvantagem em termos de custos totais com logística, devido ao transporte de longas distâncias e de cargas de grandes volumes e

---

<sup>1</sup> A última edição completa do índice foi divulgada em 2019. Em 2020, por conta da pandemia da COVID-19, o Relatório de Competitividade Global foi adaptado para tratar da recuperação mundial após a pandemia.

densidades, como a maioria das *commodities* produzidas no Brasil e que possuem uma participação importante na pauta exportadora nacional.

Medeiros *et al.* (2015) e Moura e Botter (2011) citam o desenvolvimento do modal aquaviário, em especial a cabotagem, como alternativa potencial para equilibrar a matriz de transporte brasileira. O avanço da participação deste modal, segundo os autores, poderia reduzir os custos logísticos nacionais, assim como mitigar as perdas e as avarias nas cargas, entre outros benefícios.

A possibilidade do modal aquaviário ser um dos indutores de uma redução de custos logísticos remete imediatamente à importância do setor portuário nessa discussão, tanto em âmbito nacional, mas também em termos de comércio internacional. Os portos possuem um papel importante na cadeia logística, tanto que, em 2018, cerca de 80% do valor exportado (US\$ FOB 190 bilhões) e em torno de 72% (US\$ FOB 129 bilhões) do valor importado no Brasil foi realizado por modal aquaviário. E quando consideradas as quantidades, esse montante se torna ainda mais expressivo, passando dos 90% de todo o comércio exterior brasileiro sendo realizado por via do modal aquaviário, ou seja, utilizando a logística portuária nacional (MDIC, 2019).

Devido ao exposto, a logística portuária possui papel fundamental em um processo de aumento de competitividade dos produtos, seja quando observado apenas no mercado nacional, mas também perante o comércio internacional, principalmente relacionado à variável custo. Para Gonzalez e Trujillo (2008), o nível de eficiência portuária impacta de forma significativa a competitividade de um país, pois uma alta eficiência portuária irá conduzir a custos de exportações mais baixos.

Assim, esta pesquisa tem por objetivo investigar a relação da infraestrutura de transporte nacional, em especial a portuária, com o comércio inter-regional e internacional, analisando os possíveis efeitos de aprimoramentos na logística de transportes do modal de cabotagem, por meio do Programa BR do Mar proposto pelo governo brasileiro, e seus impactos sobre os setores econômicos nacionais e efeitos *spillovers* no comércio internacional do Brasil. Assim, busca-se responder às perguntas como: i) quais os efeitos da aplicação do Programa Br do Mar no setor de cabotagem?; ii) com sua aplicação, quais impactos ocorreriam nas rotas inter-regionais de transportes de cargas no Brasil?; iii) haveria alteração na matriz de transportes brasileira?; iv) quais os efeitos sobre os setores econômicos e variáveis macroeconômicas do Brasil?; e v) e como o comércio inter-regional e internacional seria impactado pela aplicação do Programa?

Para tanto, esta pesquisa conta com alguns objetivos específicos:

- a) Realizar uma revisão da literatura teórica e empírica sobre o tema, ligando as abordagens do comércio nacional e internacional e as variáveis de infraestrutura, principalmente às relacionadas ao transporte;
- b) Desenvolver/aprimorar o Modelo de Equilíbrio Geral Computável (MEGC) com a matriz de transporte inter-regional brasileira, possibilitando a simulação da aplicação de programa de estímulo ao modal de cabotagem;
- c) Analisar os efeitos na matriz de transportes nacional, por meio de aprimoramentos da logística portuária direcionada ao modal de cabotagem, mediante cenários da aplicação do Programa BR do Mar;
- d) Analisar os efeitos derivados dos cenários desenvolvidos com a aplicação do Programa BR do Mar sobre os setores econômicos brasileiros e as variáveis de PIB e Bem-Estar;
- e) Analisar os efeitos *spillovers* da aplicação do Programa BR do Mar no comércio inter-regional e internacional do Brasil.

Para atender esses objetivos, o MEGC foi o método escolhido, justamente por permitir a criação de cenários em que ocorrem tanto a desoneração tributária como os ganhos de eficiência portuária, medidas contempladas no Programa BR do Mar do governo federal brasileiro, que visa o estímulo ao modal de cabotagem como forma de um equilíbrio maior da matriz de transporte nacional. Há diversos estudos na literatura que analisam a infraestrutura de transportes e seus reflexos na economia por meio de MEGC, tanto com foco na desoneração tributária (BETARELLI JR.; DOMINGUES; HEWINGS, 2020; ALMEIDA; HADDAD; HEWINGS, 2010; e HADDAD, 2004) como na redução de custos e/ou investimentos no setor de transporte (DONALDSON, 2018; ROBSON *et al.*, 2018; CHEN, 2016; KIM *et al.*, 2016; BARRY, 2014; e SHIBASAKI *et al.*, 2008).

Com o exposto, propõe-se o desenvolvimento do MEGC intitulado Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG-TLOG), que tem como base o *Global Trade Analysis Project* (GTAP), em sua versão 10, de forma a desenvolver no mesmo, a matriz de transporte inter-regional de cargas, com os principais modais e rotas inter-regionais. Esse modelo possibilita análises de efeitos que políticas públicas e outras ações do setor privado poderão exercer sobre a matriz de transporte de cargas e suas principais rotas inter-regionais, possibilitando avaliar propostas de desoneração fiscal e aumento de eficiência nos modais de transportes, em especial no modal de cabotagem, e em consequência na logística portuária, por meio de cenários desenvolvidos baseados na aplicação do Programa BR do Mar.

O presente estudo se justifica diante da necessidade de avançar no desenvolvimento dos modais de transporte nacionais, em especial o modal de cabotagem, visto que o Brasil possui cerca de 8.000 km de extensão de costa e as principais cidades, os polos industriais e os centros consumidores concentram-se no litoral ou próximos a ele (ONO, 2001). Fonseca (2015) descreve que devido a tais características, os portos, os terminais de uso privativos (TUP) e a navegação de cabotagem surgem como um elo potencial na reestruturação da matriz de transporte brasileira, principalmente no que se refere à intermodalidade e à multimodalidade, que são características do cenário atual do comércio internacional, colaborando, significativamente, para a elevação da fluidez territorial.

O aprimoramento no setor marítimo nacional, devido a um aumento de eficiência portuária, em conjunto com uma maior participação do transporte de cabotagem, surge como uma importante opção na readequação da matriz de transporte brasileira. Ele contribui com a redução dos custos logísticos, tornando-se mais eficiente e, em consequência disso, os produtos brasileiros mais competitivos no cenário internacional.

Dessa forma, este estudo busca contribuir com a pesquisa empírica sobre os aprimoramentos em infraestrutura e seus impactos na economia, em particular sobre a matriz de transporte nacional, algo pouco explorado na literatura. Além disso, sua maior contribuição é o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG, o que viabiliza análises de políticas sobre os modais e/ou em rotas específicas e seus efeitos sobre a economia doméstica e externa brasileira.

Para tanto, esta pesquisa, está dividida em cinco capítulos, considerando esta introdução. No segundo capítulo é apresentada a relação do comércio e a infraestrutura de transporte, com ênfase no modal de cabotagem e no Programa BR do Mar, assim como o elo entre as análises de infraestrutura de transporte por meio das principais metodologias com ênfase nos MEGC. No terceiro capítulo é apresentado o método proposto para atingir o objetivo do presente estudo, em que se apresenta o modelo PAEG-TLOG desenvolvido para esta análise e os cenários utilizados. O quarto capítulo exhibe os resultados gerados pelos cenários desenvolvidos, com foco nos impactos na matriz de transporte e nas respectivas rotas inter-regionais, nos setores econômicos e seus reflexos no comércio inter-regional e internacional do Brasil. Além disso, também analisa a robustez do modelo desenvolvido, verificando os resultados derivados de variações nas elasticidades de substituição utilizadas no modelo. Por fim, o quinto capítulo traz as conclusões deste estudo, assim como suas contribuições para o tema abordado.

## 2 COMÉRCIO E INFRAESTRUTURA: UM OLHAR SOBRE A LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Esse capítulo tem como objetivo elaborar uma revisão de literatura sobre a relação entre o comércio regional e internacional e a infraestrutura dos países, enfatizando a importância da melhoria de eficiência das infraestruturas e dos serviços portuários na redução dos custos. Como consequência, resultaria em possíveis ganhos de produção e de bem-estar, assim como uma maior participação dos países no comércio internacional.

### 2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1.1 Comércio Internacional e Crescimento Econômico

Com os processos de globalização e de abertura comercial mais acentuados a partir do final da década de 1980, o comércio internacional tornou-se o centro dos debates, que buscavam entender de que forma o comércio internacional influenciaria o crescimento econômico. Alguns autores defendem que a abertura comercial estimula o crescimento econômico e social com base na teoria das vantagens comparativas, assim como a teoria do crescimento endógeno sustenta que o comércio exterior dos países impacta positivamente a renda *per capita* e o crescimento por meio da transferência de tecnologia e de economias de escala (LÓPEZ, 2005; SILVA *et al.*, 2018).

Mesmo antes do período de expansão do comércio internacional, citado anteriormente, a literatura já abordava que o crescimento econômico dos países era impactado com sua maior inserção no comércio exterior. Conforme Freitas (2009), o modelo de crescimento ancorado pelas exportações de Kaldor (1970) explica a relação entre comércio externo e crescimento econômico e o modelo indica que o crescimento econômico de uma determinada região é derivado do crescimento da demanda pelas suas exportações. Dessa forma, no modelo de Kaldor (1970), as exportações geram um círculo virtuoso de crescimento, em que o aumento das exportações e da produtividade elevam o produto da economia, levando à ampliação do comércio.

Seguindo os preceitos do modelo de Kaldor (1970), Thirlwall (1979) demonstra que a taxa de crescimento econômico de um país pode ser em função da razão entre crescimento das exportações e a elasticidade-renda da demanda por importações. O autor destaca que a

elasticidade-renda da demanda por exportações deve ser maior do que a elasticidade-renda da demanda por importações para que os países elevem a taxa de crescimento da renda. De acordo com Oliveira *et al.* (2006), o crescimento da demanda agregada realiza-se nos mercados domésticos e quando estes se exaurem, as exportações tornam-se peça-chave para o aumento da demanda agregada e do crescimento econômico.

Balassa (1978), utilizando a teoria das vantagens comparativas dos países, indica que as exportações fomentam a alocação de recursos a fim de desenvolver suas economias de escala, possibilitando o avanço tecnológico devido à concorrência internacional. Assim, as firmas podem ter acesso às novas técnicas e aos conhecimentos ao entrarem no circuito internacional, permitindo o aumento da produtividade de forma a auxiliar no crescimento da economia daquele país.

A relação de causalidade entre comércio e crescimento econômico é apresentada pelo modelo de Krugman (1991). O modelo demonstra que o comércio externo leva à concentração regional de indústrias em escalas intensivas e caso o país local seja um centro de produção e exportação, as economias de aglomeração irão proporcionar vantagens de custo em relação às demais localidades. O autor menciona que os salários mais altos nesta economia atuam como fomento às firmas locais, por meio do multiplicador keynesiano de renda, o que gera economias de escala adicionais, levando a um novo crescimento das exportações.

O setor de pesquisa e desenvolvimento, as economias de escala e o progresso tecnológico são as principais fontes de crescimento econômico de acordo com os modelos propostos por Grossman e Helpman (1991) e Rivera-Batiz e Romer (1991). Em seus estudos, os autores comprovam que a abertura comercial possui impacto positivo na taxa de crescimento de longo prazo e que o comércio internacional poderá aumentar a produtividade doméstica pelo aumento de *spillovers* de conhecimento.

De acordo com Romer (1994), a abertura comercial oferta uma quantidade de bens maior aos agentes domésticos e aumenta a produtividade por meio do fornecimento de bens intermediários com preços mais baixos e de melhor qualidade. Neste modelo, o comércio internacional promove o crescimento econômico ao considerar o aumento de produtividade e maior disponibilidade e variedades de bens intermediários (FOCHEZATTO; KOSHIYAMA; ALENCASTRO, 2010; SILVA *et al.*, 2018).

Dessa forma, a literatura traz a importância do comércio internacional para o crescimento econômico dos países e que, por meio da abertura comercial, pode levar a uma melhor alocação dos recursos entre os setores produtivos, assim como facilita o acesso às

tecnologias mais modernas e à compra de insumos e de bens intermediários mais diversos e baratos, que elevam a produtividade da economia.

### 2.1.2 Infraestrutura e Comércio

Como visto anteriormente, boa parte da literatura sinaliza que o comércio internacional tem impacto positivo no crescimento econômico dos países. Dessa forma, com o aumento da competição internacional e a redução de barreiras ao comércio, principalmente as tarifárias, que impactam cada vez menos sobre o comércio, se torna mais importante a análise de outros fatores, que buscam a redução dos custos de transação, tais como as barreiras não tarifárias, os processos administrativos e a infraestrutura.

Na busca pelo aprimoramento do comércio regional e por maior inserção no comércio internacional, diversos estudos buscam entender mais profundamente os elementos que influenciam e que possibilitam essa maior participação, com destaque para a infraestrutura dos países. Conforme Tomassian, Pérez e Sánchez (2010), há uma interação positiva entre o investimento em infraestrutura e o crescimento econômico. Segundo os autores, aprimoramentos na infraestrutura do país refletem em melhora na competitividade e redução de custos de transporte.

A relação entre a infraestrutura e os custos de transportes é abordada pela literatura econômica desde o século 19, como nos estudos desenvolvidos por von Thünen (1826), Weber (1909), Löch (1954), Isard (1956) e Christaller (1966), que analisam os fatores que influenciam as decisões de localização das atividades econômicas e verificam que os custos de transporte são impactados por melhorias na infraestrutura de transporte.

Autores como Myrdal (1960) e Hirschman (1961), que avaliam os fatores que contribuem para o desenvolvimento regional, também encontram na infraestrutura um importante elemento para explicar tanto as forças de atração, que aglomeram ou desaglomeram as atividades econômicas, abordadas por Myrdal (1960), como também as disparidades regionais relacionadas por Hirschman (1961). Ambos os autores indicam a importância de investimentos em infraestrutura, principalmente em transportes, em regiões menos atendidas, para gerar desenvolvimento.

Os estudos de Krugman (1991), Venables (1996) e Fujita, Krugman e Venables (1999), considerados na literatura os precursores da Nova Geografia Econômica, acrescentam importantes elementos nas teorias tradicionais de comércio, como o tamanho das economias ou

a escala dos mercados, as cadeias verticais de produção e os custos de transação no espaço, principalmente aqueles relacionados à infraestrutura de transporte.

De acordo com Sarquis (2011), a Nova Geografia Econômica projeta a produção e o comércio na dimensão espacial e passa a fornecer às novas teorias do comércio<sup>2</sup> elementos adicionais para aproximar a compreensão do comércio como aspecto intrínseco do crescimento econômico, o que direciona à importância da infraestrutura neste contexto.

Assim, o aperfeiçoamento do estoque de infraestrutura, em quantidade e em qualidade, permite o aumento de mercado e os ganhos de economia de escala, de economias de aglomeração e o aumento de competitividade e de eficiência. Tais aperfeiçoamentos impactam a dinâmica de desenvolvimento econômico de uma região (PRESTON, 2001; BANISTER; BERESCHMAN, 2001; EBERTS, 2000; MACCAN; SHEFER, 2004; MAČIULIS; VASILIAUSKAS; JAKUBAUSKAS, 2009).

## 2.2 INFRAESTRUTURA E COMÉRCIO REGIONAL E INTERNACIONAL: REVISÃO EMPÍRICA

Após uma breve revisão dos aspectos teóricos da relação entre comércio regional e internacional e a infraestrutura, apresenta-se uma revisão empírica sobre tal relação. Assim, são apresentados os estudos que buscam analisar os efeitos de políticas públicas ou investimentos privados na infraestrutura de transporte e as consequências sobre a atividade socioeconômica, utilizando o MEGC.

Diversos autores vêm buscando analisar as mais distintas variáveis que podem influenciar o fluxo comercial dos países, com destaque para a sua infraestrutura. Os estudos mostram variadas metodologias e bancos de dados utilizados para cada país ou região analisada e que incorporam, de alguma forma, variáveis relacionadas à infraestrutura.

Destaca-se entre as metodologias apresentadas, os modelos econométricos, principalmente modelos gravitacionais<sup>3</sup>, que são utilizados de forma a investigar os efeitos de variáveis geográficas, econômicas, institucionais e de infraestrutura no comércio internacional do país. Dentre as variáveis mais utilizadas nos elementos de infraestrutura nos modelos

---

<sup>2</sup> As novas teorias do comércio são apresentadas em artigos seminais de Krugman (1979; 1980) e de Helpman (1981). De acordo com Sarquis (2011), a evolução pode ser classificada em três vertentes: (a) comércio intra-indústria; (b) política comercial estratégica; e (c) nova geografia econômica.

<sup>3</sup> Dentre os estudos que utilizam modelos econométricos gravitacionais, pode-se destacar Limão e Venables (2001), Portugal-Perez e Wilson (2012), Márquez-Ramos (2014), Ismaile Mahyideen (2015) e Sá Porto (2018).



gravitacionais, estão as relacionadas ao transporte e, na maioria das vezes, são indicadores de quantidade ou até mesmo de qualidade de dimensão única do país.

Porém, na literatura há estudos que buscam analisar as melhorias em transporte e objetivam verificar os efeitos desses aprimoramentos (como, por exemplo, uma aplicação de política pública ou de investimentos privados) sobre atividade econômica, como a renda, o emprego, as finanças públicas, a exportação, o desempenho de setores específicos e de medidas de bem-estar. Para tanto, utilizam métodos que possuem as características para tal análise, como o MEGC, conforme mencionado por Robson, Wijayarathna e Dixit (2018) e Bröcker *et al.* (2010).

Na literatura internacional encontram-se estudos, como de Chen e Li (2021), Donaldson (2018), Robson *et al.* (2018), Kim *et al.* (2016), Barry (2013), Bröcker *et al.* (2010), Shibasaki *et al.* (2008), Kim e Hewings (2003) e Francois *et al.* (1996), voltados a analisar os efeitos de redução de custos e/ou investimentos no setor de transporte na economia de países e/ou regiões. As pesquisas, apesar de utilizarem experimentos com estruturação de modelos diferenciados de equilíbrio geral computável, para avaliar a eficiência do setor ou os investimentos feitos na melhora da qualidade logística, indicam efeitos positivos sobre as economias das regiões analisadas.

O estudo de Chen e Li (2021) tem como objetivo avaliar o impacto econômico do investimento em infraestrutura no setor de transporte a partir do projeto chinês *Belt and Road Initiative* (BRI), que tem como intenção promover a integração e o crescimento econômico regional. Com base nos dados obtidos em diversas fontes, incluindo *American Enterprise Institute* (AEI), Banco Mundial e Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os autores estimam a influência da mudança nos custos de comércio como resposta ao investimento em infraestrutura de transporte por diferentes regiões. Os impactos econômicos indiretos da infraestrutura de transporte são avaliados por meio do GTAP, em sua versão 9, implementando choques de redução de custos de comércio em fechamentos do modelo de curto e longo-prazo em três cenários (intrarregional, inter-regional e ambos), causados por conectividade de infraestrutura aprimorada e transporte reduzido.

Os resultados encontrados pelos autores mostram que o investimento em infraestrutura de transporte no BRI geraria impactos diferenciados entre as regiões. A China e os países da Ásia Central e Ocidental obteriam um crescimento significativo no PIB, no emprego e no bem-estar econômico, enquanto na Europa Central e Ocidental seria relativamente menor. E, por fim, os autores destacam que os resultados da pesquisa fornecem implicações políticas

importantes para futuros investimentos em infraestrutura de transporte nos países do BRI, assim como para os demais países.

Donaldson (2018) explora um dos grandes projetos de infraestrutura de transporte na Ásia: a vasta rede de ferrovias construída na Índia colonial (Índia, Paquistão e Bangladesh). Primeiro, ele estima até que ponto as ferrovias melhoraram o ambiente comercial da Índia (ou seja, reduziram os custos comerciais, reduziram as lacunas de preços inter-regionais e aumentaram os fluxos comerciais). Em uma segunda etapa, estima os ganhos de bem-estar de forma reduzida (níveis de renda real mais elevados) que as ferrovias proporcionaram, ambos com modelos econométricos. E, por fim, avalia por meio de um MEGC multirregional e multisetorial o quanto desses ganhos de bem-estar poderia ser interpretado como ganhos do comércio recentemente explorados.

Os resultados encontrados pelo autor indicam que o desenvolvimento da infraestrutura de transporte analisada reduziria os custos de comércio e as lacunas de preços inter-regionais, geraria aumento do comércio inter-regional e internacional, assim como aumento dos níveis de renda real para a região analisada.

No estudo de Barry (2013), o objetivo foi analisar o impacto das empresas mundiais de logísticas nos custos do transporte e no bem-estar dos consumidores. Ele busca entender o que aconteceria com a economia dos Estados Unidos da América (EUA) e de seus parceiros comerciais se os EUA obtivessem um aumento de 10% na produtividade em seus setores de logística e de transporte. Para tanto, utiliza um MEGC, o GTAP na versão 6.

Na simulação, foi introduzido um aumento de produtividade de 10% nos setores de Transporte Marítimo, Transporte Aéreo e Outros Transportes nos EUA, com o objetivo de capturar o maior desenvolvimento de empresas de logística globais que trabalham tanto nas exportações quanto nas importações do país com o resto do mundo. O autor encontra em seus resultados que os EUA se beneficiariam significativamente em termos de elevação do PIB (+1,04%) e bem-estar do consumidor, chegando a um incremento de US\$ 76,2 bilhões para os EUA e de US\$ 71,3 bilhões global. Além disso, o resto do mundo passaria a consumir mais os serviços de transporte dos EUA.

O estudo de Bröcker *et al.* (2010) tem como objetivo estimar as taxas de retorno social e identificar os efeitos derivados da implementação de 22 projetos de infraestrutura de transportes na União Europeia (UE). Para isso, elaboram um MEGC estático das regiões que abrangem relações do bloco com o resto do mundo (260 regiões da Europa e uma região que representa o resto do mundo). Além disso, incorporam aspectos da Nova Geografia Econômica como concorrência imperfeita e questões relacionadas às aglomerações.

Os autores argumentam que, implicitamente, o modelo indica que melhorias no sistema de transporte reduziriam os custos comerciais, alterando os fluxos de comércio, produção, os preços dos bens e dos fatores produtivos e afetariam o bem-estar das famílias em diferentes regiões. Os resultados do estudo demonstraram que 12 projetos, dos 22 analisados, teriam taxa de retorno social para a UE superior a 5% e os demais projetos seriam considerados, pelos autores, como não rentáveis.

Shibasaki *et al.* (2008) apresentam um método para criar estimativas de comércio que levam em consideração explicitamente as interações regionais, usando a Matriz Transnacional Inter-Regional de Input-Output entre a China e o Japão, desenvolvida pela Organização do Comércio Externo do Japão (JETRO) e o GTAP em sua versão 6. Os autores buscam analisar possíveis efeitos com os Acordos de Livre Comércio (ALC) e/ou Acordos de Parceria Econômica (APE) que o Japão pode potencialmente celebrar junto à China, reduzindo as despesas de transportes relacionadas à área portuária. Os autores buscam analisar os efeitos das reduções nos custos de transportes em relação ao comércio com origem e destino nas regiões de Kanto, Chubu e Kinki, no Japão, e para tanto simulam uma melhora na eficiência portuária por meio de dois cenários: choques de 2,5% e de 5% nas variáveis tecnológicas do modelo (*atd* e *ats*).

Os autores destacam que além de verificarem aumentos nas exportações e importações totais nas três regiões, observam ligeiras diminuições em outras regiões japonesas. Em relação aos resultados gerais para o Japão, observam que um aumento de 5,0% na eficiência do transporte marítimo resultaria em um aumento de, aproximadamente, 0,5% nas exportações e nas importações totais japonesas.

Kim e Hewings (2003) analisam os efeitos de rede do desenvolvimento de rodovias no crescimento econômico nacional e na distribuição espacial da renda na Coreia do Sul. Os autores utilizam um modelo de rede de transporte integrado e um MEGC multirregional baseado em Kim *et al.* (2002). O modelo de rede de transporte mede distâncias mínimas inter-regionais e acessibilidade por projeto rodoviário, enquanto o MEGC estima os efeitos econômicos espaciais sobre o crescimento nacional e regional. O MEGC é desenvolvido para quatro setores industriais de cinco áreas metropolitanas, Seoul (área noroeste), Daejeon (área central), Kwangju (área sudoeste), Daegu (área sudeste superior) e Busan (área do sudeste inferior).

Cada região metropolitana é composta pelas maiores cidades com população superior a um milhão e províncias associadas. O modelo especifica o comportamento dos agentes econômicos de 20 produtores, cinco famílias regionais, cinco governos regionais, um governo

central e o resto do mundo. O modelo é aplicado a três alternativas de desenvolvimento de rodovias: (1) desenvolvimento de todas as ligações da rodovia Leste-Oeste 9 (EW9) para conectar Mokpo com Busan; (2) desenvolvimento da ligação do lado oeste da rodovia EW9 para passar apenas por Kwangju; e (3) desenvolvimento da ligação do lado leste da rodovia EW9 para passar, principalmente, por Busan.

Os autores encontram em seus resultados que entre as nove rodovias na direção leste-oeste na Coreia do Sul, a rodovia Leste-Oeste 9 aumentaria o PIB em 0,3% no horizonte de 30 anos, com 0,016% do PIB como efeito de rede. Este efeito de rede é definido como a diferença entre a soma do aumento líquido no PIB do desenvolvimento de cada sub-*link* da rodovia sem a ligação espacial e a mudança no PIB resultante do desenvolvimento simultâneo de todos os *links* com ligações espaciais. Além disso, a rodovia teria o maior efeito de rede no setor manufatureiro da área metropolitana de Kwangju, com US\$ 0,164 bilhões por ano, resultando em um ganho no PIB regional *per capita* de US\$ 15,88 por ano. Os autores destacam que os efeitos de rede seriam gerados nas regiões menos desenvolvidas e, dessa forma, o desenvolvimento das rodovias poderia contribuir para a redução das disparidades regionais.

Além dos estudos citados anteriormente, que utilizam o MEGC para verificar os impactos na economia dos países por meio de aprimoramentos na infraestrutura de transportes, destaca-se também o de Francois *et al.* (1996), que analisa as consequências econômicas das restrições existentes nos EUA sobre os serviços de transporte de cabotagem, objeto de estudo desta pesquisa. Para tanto, os autores utilizam um MEGC para os EUA e verificam os efeitos da *Jones Act*<sup>4</sup> no bem-estar, na produção, no comércio e no emprego em setores importantes da economia estadunidense. No modelo utilizado pelos autores, a produção é modelada usando funções de elasticidade de substituição constante (*constant elasticity of substitution* – CES) e o transporte aquaviário é utilizado em conjunto com outros serviços de transporte em uma função do tipo Leontief, conforme determinado pelos dados de contabilidade social. O consumo das famílias é modelado com um sistema linear de gastos (LES) e a oferta total de capital e de trabalho são fixas. As demandas do governo são mantidas fixas em termos reais. O fechamento macroeconômico é o neoclássico, no qual existe uma taxa de poupança fixa e nenhuma equação

---

<sup>4</sup> A *Jones Act* reserva o tráfego de cabotagem para navios registrados e construídos nos EUA e que são de propriedade e tripulados, predominantemente, por cidadãos dos EUA. Geralmente, os navios que são protegidos pela *Jones Act* estão proibidos de receber os subsídios que são feitos para os navios de bandeira dos EUA que transportam exportações e importações do país sob estatutos de carga preferencial (FRANCOIS *et al.*, 1996).

de investimento independente. A taxa de câmbio real se ajusta para manter a posição da conta corrente.

Os autores, em seus resultados, encontraram aumentos absolutos na produção doméstica de petróleo (US\$ 158 milhões), produtos químicos (US\$ 103 milhões), transporte aéreo (US\$ 91 milhões), plásticos (US\$ 40 milhões), madeira (US\$ 32 milhões) e aço (US\$ 50 milhões). No comércio exterior estadunidense, as importações diminuiriam ou permaneceriam praticamente inalteradas em todos os outros setores da economia, enquanto as exportações aumentariam em todos os demais setores, exceto na construção naval. Os autores concluíram que, sem tais restrições, haveria uma redução do custo do transporte de cabotagem e que geraria um ganho de bem-estar de cerca de US\$ 3 bilhões no ano de 1989.

No Quadro 1 é apresentado um resumo dos estudos empíricos internacionais analisados nesta seção, onde são expostos os períodos, as regiões e as metodologias empregadas, além dos principais resultados. De forma geral, foram evidenciados os efeitos positivos gerados devido aos aprimoramentos na infraestrutura de transportes dos países/regiões analisadas.

Quadro 1 - Estudos empíricos internacionais sobre infraestrutura de transporte e MEGC

<b>Autores</b>	<b>Período</b>	<b>Região</b>	<b>Modelo</b>	<b>Resultado</b>
Chen e Li (2021)	2011	China, países da Ásia Central, Ocidental, Europa Central e Ocidental	GTAP (versão 9)	Investimento em infraestrutura de transporte no BRI geraria impactos diferenciados entre as regiões, efeitos positivos no PIB, emprego e bem-estar econômico.
Donaldson (2018)	-	Índia, Paquistão e Bangladesh	Multirregional e Multisetorial	A rede de ferrovias reduziu os custos de comércio e as lacunas de preços inter-regionais, geraram aumento do comércio inter-regional e internacional e dos níveis de renda real.
Barry (2013)	2001	EUA	GTAP (versão 6)	Um aumento de eficiência do setor de logística estadunidense elevaria o PIB (+1,04%) e o bem-estar em cerca de US\$ 76,2 bilhões (EUA) e de US\$ 71,3 bilhões (global).
Bröcker <i>et al.</i> (2010)	-	UE	Multirregional, Multisetorial, Concorrência Imperfeita e Estático	12 projetos, dos 22 analisados, teriam taxa de retorno social para a UE superior a 5% e os demais projetos seriam não rentáveis.
Shibasaki <i>et al.</i> (2008)	2001	Japão e China	GTAP (versão 6)	Aumento global para o Japão e um aumento de 5,0% na eficiência do transporte marítimo resultaria em um aumento de, aproximadamente, 0,5% nas exportações e nas importações totais japonesas.
Kim e Hewings (2003)	-	Coreia do Sul	Multirregional dinâmico	Os efeitos de rede seriam gerados nas regiões menos desenvolvidas. O desenvolvimento das rodovias poderia contribuir para a redução das disparidades regionais.
Francois <i>et al.</i> (1996)	1989	EUA	Multisetorial estático	Sem tais restrições, teria uma redução do custo do transporte de cabotagem e haveria um ganho de bem-estar de cerca de US\$ 3 bilhões no ano de 1989.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para o Brasil, há estudos que simulam aprimoramentos na infraestrutura de transportes a partir da redução de distâncias, do tempo de viagem, dos custos de fretes, do aumento de produtividade (eficiência) e da desoneração fiscal, utilizando o MEGC com diferentes estruturas de mercados, fechamentos macroeconômicos e agregações setoriais e regionais. Destacam-se os estudos de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020), Campos e Haddad (2016), Vassallo (2015), Betarelli Jr. e Domingues (2013), Tardelli (2013), Almeida, Haddad e Hewings (2010), Almeida e Guilhoto (2007) e Haddad e Hewings (2001).

Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020) analisam os impactos econômicos de longo prazo (2013-2025) da política de revisão tarifária do setor de frete ferroviário no Brasil por meio de um modelo de equilíbrio geral dinâmico. O modelo incorpora algumas formas de imperfeições do mercado em sua estrutura teórica e utilizam dois cenários: economia heterogênea e economia quase competitiva.

Os principais resultados encontrados sugerem que a redução simulada nos custos ferroviários levaria a um aumento de 0,06% no PIB comparado ao ano de 2013. O efeito sobre o PIB de uma economia supostamente heterogênea seria 4% maior do que para uma economia quase competitiva. Os autores destacam que haveria uma redução do chamado “Custo Brasil” e que a maior rigidez das variações de preços em uma economia heterogênea induziria um efeito sobre as exportações 10% superior quando comparada a uma economia quase competitiva. Eles resumem que as políticas tarifárias promoveriam efeitos positivos no crescimento do PIB, nas exportações e nos investimentos, bem como em outros setores, como os mais intensivos em ferrovias de carga. No entanto, as projeções confirmariam um ônus para o setor de frete ferroviário, com queda na oferta, na taxa de retorno e no investimento privado.

Em outro estudo, que analisa a questão de infraestrutura de transporte, Campos e Haddad (2016) verificam os impactos relacionados à construção do Sistema Viário Oeste (SVO), na Bahia, que tem como objetivo conectar as principais rodovias estaduais à distribuição espacial da atividade econômica no estado. Com base em simulações de MEGC, inter-regional e de estática comparativa dentro da economia brasileira, este modelo reconhece 58 regiões domésticas (32 microrregiões da Bahia e 26 estados brasileiros) e uma região externa. É adotada a hipótese de concorrência perfeita em todos os mercados e duas simulações, considerando hipóteses associadas ao curto e ao longo prazo.

Os autores revelam que os impactos sobre a atividade se mostrariam fortemente heterogêneos e que as variações na atividade seriam sensivelmente mais intensas na Bahia

quando comparadas às variações observadas nas demais regiões brasileiras. Este resultado seria amplificado no longo prazo e, no estado da Bahia, as regiões Sul, Centro-Sul e na Mesorregião Metropolitana de Salvador seriam mais intensamente beneficiadas pelo SVO. Destacam-se os resultados de longo prazo positivos nas exportações e importações para a Bahia (0,127% e 0,133%), enquanto para o Brasil ocorreria uma redução nas exportações em -0,025% e um aumento das importações em 0,019%. Assim, haveria uma elevação do PIB de 0,012% e de 0,028% para o Brasil e para a Bahia, respectivamente.

O estudo de Vassalo (2015) mensura os impactos da redução de custos de transporte entre rotas existentes no país em cada estado da federação, por tipo de modal e com a utilização de um MEGC inter-regional do tipo *bottom-up* chamado de *BR-Transport*. O modelo refere-se ao ano de 2007, considerando 27 produtos transportados pelos setores de transporte rodoviário, ferroviário, hidroviário e dutoviário, tendo estimado as elasticidades-preço baseados nos dados dos Planos Nacionais de Logística (PNL) de Transportes do Brasil. O autor simulou em um primeiro momento os impactos de um choque de redução de 10% nos custos de transporte em todas as ligações origem-destino estaduais, considerando o uso de qualquer um dos modais de transporte. Na segunda simulação, o autor buscou compreender a importância de cada modal nas estruturas econômicas nacional, regional e setorial e considerando a oferta de infraestrutura de transportes, implementou um choque generalizado de redução de custos de transporte da ordem de 10% em todas as ligações origem-destino estaduais existentes, de forma simultânea, mas discriminando os impactos de cada um dos quatro diferentes tipos de modais de transporte (rodoviário, ferroviário, hidroviário e dutoviário).

Os resultados destacados pelo autor demonstrariam ganhos com uma variação de 0,08% no PIB no primeiro cenário e de 0,26% no segundo. Parcela expressiva desse resultado seria atribuída ao modal rodoviário, ao passo que o dutoviário teria participação praticamente nula. Em termos de valor agregado, os ganhos com a redução dos custos de transporte poderiam representar cerca de R\$ 11,3 bilhões no primeiro cenário e de R\$ 23,8 bilhões no segundo. Outros pontos destacados pelo autor seriam que choques de redução nos custos de transporte gerariam aumento das exportações e importações inter-regionais e conduziriam a efeitos positivos sobre os produtores das regiões Norte e Nordeste do país. Além disso, o setor de transporte poderia ser considerado um instrumento relevante para a redução nas desigualdades regionais.

Tardelli (2013) avalia o efeito de uma melhoria no sistema de transporte brasileiro sobre a soja, de modo a comparar o impacto que este choque teria sobre os principais concorrentes internacionais, em específico os EUA e a Argentina. Para sua análise, o autor utiliza o MEGC

(GTAP, na versão 8), investigando os efeitos de uma redução do custo de transporte devido à mudança positiva de 25% na tecnologia do transporte marítimo<sup>5</sup>, o que afeta vários setores da economia e não somente no setor soja, permitindo a substitutibilidade entre os produtos.

O autor destaca em seus resultados um aumento de 4,1% da produção de soja no Brasil, assim como um crescimento nas exportações para todas as regiões, com destaque para a China com 4,8%. Também seria observado um aumento da balança comercial, apresentando um saldo positivo de US\$ 708,3 milhões, enquanto a Argentina e os EUA teriam uma redução de US\$ 97,5 milhões e de US\$ 180,7 milhões, respectivamente. Com relação ao PIB brasileiro, o autor encontrou um efeito positivo de 4% devido ao aprimoramento na infraestrutura de transporte.

Almeida e Guilhoto (2007) avaliam as opções de integração externas e internas para o Brasil e para o Nordeste brasileiro, com base na redução dos custos de transporte. Para isso, elaboram o modelo de equilíbrio geral aplicado espacial *Brasil-Space*, utilizando uma base de dados que retrata a estrutura econômica do país. Os autores simulam o provimento de infraestrutura física que reduza os custos de transporte com os outros países como alternativa às negociações internacionais, realizando o experimento de uma redução de 10% das distâncias da região Nordeste com as demais macrorregiões e de 10% das distâncias internacionais com a mesma região.

Os resultados apontam que em termos de eficiência para a economia nordestina, a integração externa do Nordeste provocaria um ganho de bem-estar social de 0,23% para a economia brasileira e, ao mesmo tempo, geraria um ganho de 1,95% para a economia nordestina. Ainda pela ótica da eficiência, o nível geral de preços apresentaria elevação relativamente semelhante para o Brasil e o Nordeste (1,63% e 1,50%) para o primeiro experimento. Os autores destacam que devido às negociações internacionais serem difíceis e extremamente lentas, existem alternativas de que o país pode lançar mão para promover integração econômica e a apontada por eles seria o provimento de infraestrutura física que reduza os custos de transporte com os outros países.

Haddad e Hewings (2001) analisam o contexto da abertura comercial da década de 1990 e as estratégias nacionais para aumentar a competitividade internacional por meio dos possíveis efeitos de longo prazo das políticas estruturais, representadas no estudo pelo setor de transportes. Para tanto, os autores apresentam a abordagem sobre transporte no modelo B-

---

<sup>5</sup> O autor destaca que a simulação é desenvolvida sobre a variável *ats* (*tech change shipping from region r*).



MARIA, que representa 40 setores e 40 *commodities*, uma família em cada região, um governo federal e os governos regionais e um consumidor estrangeiro que comercializa com cada região.

Os autores destacam que com base no crescimento da produtividade total dos fatores no setor do transporte em cada região, os resultados indicariam uma redução nos custos de transporte para o fluxo de *commodities* em ambas as direções para as regiões, com destaque para um aumento de 1,43% do PIB para o Brasil. E decompondo nas grandes regiões, o Nordeste teria efeito negativo de -1,46% e as demais regiões obteriam efeitos positivos. Para o comércio internacional haveria um aumento de 2,17% nas exportações e de 2,39% nas importações do Brasil.

Dentre os estudos nacionais mencionados destaca-se o de Betarelli Jr. e Domingues (2013), que tem como tema o transporte de cabotagem, onde a desoneração fiscal é analisada sobre o transporte de cargas e identificam os efeitos econômicos de longo prazo nas operações domésticas de cabotagem (2013-2025). Os autores utilizam um MEGC dinâmico, com retornos crescentes de escala e competição imperfeita e com dois fechamentos de cenário: um chamado de economia heterogênea e o outro de economia quase competitiva. No primeiro fechamento, os 39 setores foram tratados como diferenciados: (I) uma tecnologia de retorno crescente de escala de produção; (O) uma regra de precificação de Lerner; e (T) um mecanismo intertemporal de entrada e saída de firmas. Já no segundo fechamento, somente o setor ferroviário de carga foi considerado como diferenciado (IOT). Os demais setores, caracteristicamente homogêneos, passam a exibir as hipóteses tradicionais de mercados competitivos.

Os autores, diante das diferentes características de fechamento, criam cenários dos efeitos projetados pela redução homogênea de 10% sobre as tarifas do transporte de cabotagem para os usuários e os produtores, sendo aplicada essa redução tarifária somente sobre os fluxos domésticos que utilizam o transporte de cabotagem. Seus resultados revelam que esta política tarifária promoveria efeitos positivos de longo prazo sobre a produção dos setores intensivos no uso deste modal de transporte e sobre o crescimento do PIB, com resultados de 0,008% numa economia heterogênea e de 0,0076% em uma economia quase competitiva, das exportações e dos investimentos, mas afetaria negativamente a atividade de cabotagem.

O Quadro 2 destaca os estudos empíricos nacionais que se utilizam de MEGC e analisam a infraestrutura de transporte, indicando os períodos, as regiões e as metodologias que foram utilizadas, assim como os principais resultados que os autores encontraram.

Quadro 2 - Estudos empíricos nacionais sobre infraestrutura de transporte e MEGC

<b>Autores</b>	<b>Período</b>	<b>Região</b>	<b>Modelo</b>	<b>Resultados</b>
Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020)	2013-2025	Brasil	Multisetorial, Multirregional, Dinâmico, Competição Imperfeita	As reduções tarifárias promoveriam crescimento de 0,06% do PIB, nas exportações e nos investimentos, bem como em outros setores, como os mais intensivos em ferrovias de carga
Campos e Haddad (2016)	2007	Brasil - Bahia	Multisetorial, Multirregional, Estático, Competição Perfeita	Resultados de longo prazo nas exportações, nas importações e no PIB: Bahia (0,127%, 0,133% e 0,028%); Brasil (-0,025%, 0,019% e 0,012%).
Vassalo (2015)	2007	Brasil - UF	Multisetorial, Multirregional, Estático, Competição Perfeita	Resultados indicam ganhos de 0,08% no PIB (1º cenário) e de 0,26% (2º cenário).
Tardelli (2013)	2007	Brasil - EUA e Argentina	GTAP (versão 8)	Aumento de 4,1% da produção de soja no Brasil e crescimento nas exportações para todos as regiões. Aumento de 4% do PIB.
Betarelli Jr. e Domingues (2013)	2013-2025	Brasil	Multisetorial, Multirregional, Dinâmico, Competição Imperfeita	Efeitos positivos de longo prazo na produção dos setores intensivos em cabotagem, sobre o PIB, as exportações e os investimentos, mas negativamente na atividade de cabotagem.
Almeida e Guilhoto (2007)	1999	Brasil - Nordeste	Brasil-Space Multisetorial, Multirregional, Estático, Competição Perfeita	Ganho de bem-estar de 0,23% para a economia brasileira e de 1,95% para a economia nordestina.
Haddad e Hewings (2001)	-	Brasil	B-MARIA	Aumento de 1,43% do PIB para o Brasil, a região Nordeste teria efeito negativo de -1,464% e as demais regiões obteriam efeitos positivos. Para o comércio internacional haveria um aumento de 2,17% nas exportações e de 2,39% nas importações do Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Destaca-se que esta pesquisa se diferencia dos estudos que analisaram o setor de cabotagem e a utilização de MEGC exibidos, principalmente, por apresentar um modelo inter-regional com as cinco grandes regiões brasileiras destacadas, que possibilita análises da participação do modal de cabotagem e demais modais de transporte na matriz de transporte inter-regional brasileira e suas rotas individualizadas. Além da utilização de dados atualizados da matriz de transportes nacionais, também são empregados os dados do GTAP, em sua versão 10, possibilitando análises mais robustas no âmbito do comércio exterior brasileiro, contribuindo, assim, com a literatura voltada à infraestrutura de transporte, principalmente, vinculada ao modal de cabotagem, que se mostra escassa.

### 2.3 INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DE TRANSPORTE BRASILEIRA

Ballou (2006) menciona que para a maioria das empresas, a atividade da logística mais importante é o transporte, principalmente, porque absorve, em média, de um a dois terços dos custos logísticos. O setor de transportes é peça fundamental no desenvolvimento econômico de um país e se apresenta em diversas modalidades (modal), que são utilizadas pelos agentes econômicos. O modal mais adequado depende das atividades da rede logística e é determinado de acordo com os custos, o tempo médio de entrega e as perdas e danos.

As características e a qualidade da logística nacional impactam diretamente na competitividade do comércio doméstico, assim como no comércio exterior brasileiro. Alguns autores corroboram esta visão, como Limão e Venables (2001), Levchenko (2004), Djankov *et al.* (2006) e Portugal-Perez e Wilson (2010), que afirmam que para obter os benefícios da globalização, os países devem identificar os principais gargalos que influenciam o desempenho logístico. Além disso, os autores asseveram que uma boa infraestrutura, baixos custos de transporte nos negócios internacionais e qualidade institucional proporcionam impactos positivos no desempenho das exportações e na facilitação do comércio.

O Brasil, no entanto, caminha na contramão do destacado pelos autores, visto que os dados registrados pelo Fórum Econômico Mundial, por meio do *Global Competitiveness Index* (GCI), que avalia a competitividade dos países, indicam que o Brasil, no ano de 2019, está na posição 71ª de um total de 141 países estudados. Ao analisar o componente Infraestrutura, um dos 12 componentes que fazem parte do relatório, o Brasil passa para a 78ª posição, com destaque negativo para a “Qualidade da Infraestrutura Rodoviária” e a “Eficiência Portuária”, aparecendo no último terço do *ranking* e confirmando a ideia de que a infraestrutura brasileira de transporte é precária e ineficiente. O Quadro 3 traz em mais detalhes os subcomponentes de Infraestrutura de Transporte do GCI de 2019.

Quadro 3 - Índice de infraestrutura do Brasil do *Global Competitiveness Index*

Componente do Índice		Ranking 141
<b>2º Pilar: Infraestrutura</b>		<b>78</b>
<b>Infraestrutura de Transportes</b>		<b>85</b>
2.01	Conectividade do transporte rodoviário	69
2.02	Qualidade da infraestrutura rodoviária	116
2.03	Densidade ferroviária	78
2.04	Eficiência dos serviços ferroviários	86
2.05	Conectividade do transporte aéreo	17
2.06	Eficiência dos transportes aéreos	85
2.07	Conectividade do transporte marítimo	48
2.08	Eficiência dos serviços portuários	104

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do WEF (2019).

Esta infraestrutura elencada anteriormente é caracterizada por mais de 1,56 milhão de quilômetros de rodovias (95,1% estaduais e municipais e 4,9% federais), 30,6 mil quilômetros de ferrovias, 21 mil quilômetros de hidrovias economicamente navegáveis, 20 mil quilômetros de dutovias, 178 instalações portuárias e 109 aeroportos (MTPA, 2017).

Conforme CNT (2019), a matriz de transporte de cargas brasileira é composta por: 61,1% pelo modal rodoviário; 20,7% pelo modal ferroviário; 13,6% pelo modal aquaviário; 4,2% pelo modal dutoviário; e 0,4% pelo modal aéreo. Isso mostra a concentração da movimentação e do escoamento dos produtos nacionais ao longo de todo território nacional por meio do transporte rodoviário.

Este desequilíbrio na matriz de transporte gera um impacto significativo no movimento de estradas, o que se torna um problema logístico e social pelo fato da infraestrutura atual do país não acompanhar o crescimento do fluxo de mercadorias ao longo do tempo. Além disso, há também riscos de dependência de um determinado tipo de transporte, tendo em vista a possibilidade constante de greve dos caminhoneiros, podendo ser semelhante àquela ocorrida no ano de 2018. Conforme Candido, Santos e Tavares (2019), a greve provocou um impacto negativo para a economia brasileira entre R\$ 75 e R\$ 100 bilhões, o que gera a incerteza de novas paralisações quando as condições econômicas elevarem os custos dos fretes rodoviários.

Esta dependência – ou o desbalanceamento da matriz de transporte – é tida por Branco *et al.* (2016), Kawano *et al.* (2015), Pacheco e Pereira Jr. (2015), Lima (2015) e Keil e Young (2008) como prejudicial ao serviço de transporte, pois o escoamento da produção para atingir os mercados consumidores pode afetar diretamente a vantagem comparativa e competitiva obtida em determinados produtos devido ao modal rodoviário, em longas distâncias, ser menos eficiente e mais caro do que outros modais<sup>6</sup>. O predomínio da matriz de transporte de somente um modal é alvo de crítica de Erhart e Palmeira (2006) pela falta de investimentos e descaso em diferentes modais alternativos ao rodoviário.

Tais condições da infraestrutura logística no Brasil contribuem para os entraves à retomada do crescimento de forma sustentada. Para diversos estudos, como de Schalch (2016), Aritua (2016), Lopes (2015), Kussano e Batalha (2012; 2009), Freitas *et al.* (2011), Capdeville (2010), Mitsutani (2010), Oliveira e Teixeira (2009), Castro (2002) e Fujita *et al.* (2000), a

---

<sup>6</sup> Conforme Vassalo (2015), o transporte rodoviário é cerca de 2,5 a 5,7 vezes mais caro do que o modal ferroviário, cerca de 4 vezes mais caro do que o modal aquaviário, em torno de 5 vezes mais caro do que o dutoviário e apenas mais baixo quando comparado ao modal aéreo.

baixa qualidade dos serviços de transportes transmite os seus efeitos por toda a economia, o que traz custos mais elevados, ineficiência e baixa competitividade. Isto desestimula o investimento e, assim, a geração de emprego e o crescimento.

### 2.3.1 Infraestrutura Portuária Brasileira

Conforme Luz (2014), uma estratégia importante para adquirir vantagens competitivas, que resultem em índices de crescimento, e que sejam compatíveis com as necessidades de geração de emprego, renda e divisas, seria a implementação de um sistema portuário moderno e eficiente pelos países, propiciando um comércio de bens de forma ágil e de baixo custo.

Com o aumento da eficiência portuária é possível minimizar os custos e aprimorar o nível dos serviços e, de acordo com Tavares (2018), proporcionando significativos ganhos para toda a economia. Para sua competitividade no comércio exterior torna-se necessário que o sistema portuário crie condições para o desenvolvimento constante de sua infraestrutura.

Porém, quando observadas justamente a infraestrutura portuária brasileira e a sua qualidade/eficiência, depara-se com um cenário preocupante, o que corrobora com os dados apresentados no Quadro 3, ou seja, de que a infraestrutura portuária brasileira é considerada ruim, encontrando-se na posição 104º de um total de 141 países. Essa infraestrutura conta com um sistema composto por 37 portos públicos organizados<sup>7</sup>, localizados em 17 estados, sendo 34 marítimos e 3 terrestres, além de 143 terminais de uso privativo. Entre os portos públicos, 18 são delegados, outorgados ou administrados por governos estaduais ou municipais, enquanto os restantes são geridos pela Companhia Docas. Dos terminais privados, 94 exibiram transporte marítimo (longa distância e/ou cabotagem) em 2017 (CNT, 2019).

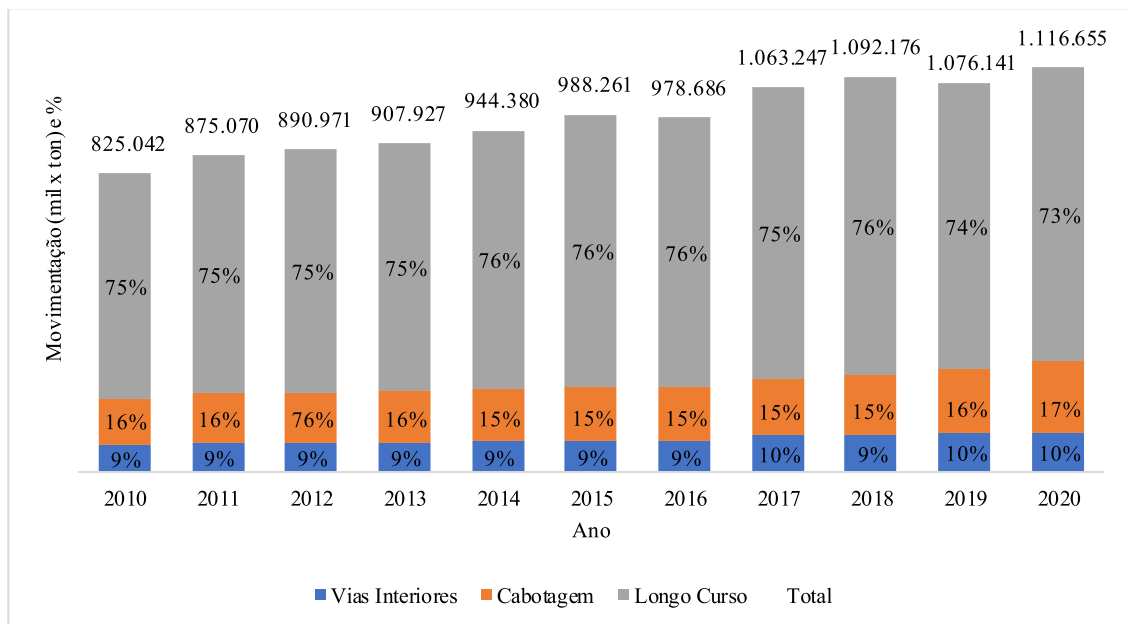
As instalações portuárias brasileiras movimentaram cerca de 1,16 bilhão de toneladas de cargas em 2020, um incremento de cerca de 4,5% em relação ao ano de 2019. A evolução da movimentação nos portos brasileiros, de 2010 a 2020, de cargas de longo curso, de cabotagem e de vias de interiores é apresentada na Figura 1. Conforme ANTAQ (2021), da movimentação total em 2020, 762,1 milhões de toneladas de cargas foram movimentadas em TUP, o que representa 66,0% do total, e 392 milhões de toneladas de cargas foram movimentadas nos portos organizados, representando 34,0%.

---

<sup>7</sup> No Brasil os Portos são classificados em portos organizados – bem público e explorado por uma autoridade portuária, terminais de uso privado – instalados e explorados mediante autorização, e estações de transbordo de cargas (CNT, 2019).

A movimentação portuária tem grande participação do transporte de longo curso, como observado na Figura 1, que representa o transporte do comércio exterior brasileiro. Em 2020, representou de 73% do total transportado, seguida do transporte por cabotagem, com 17%, e o transporte por vias interiores (hidrovias), com a participação de 10%. Nota-se também que as participações dos modais ficaram relativamente constantes ao longo da década examinada.

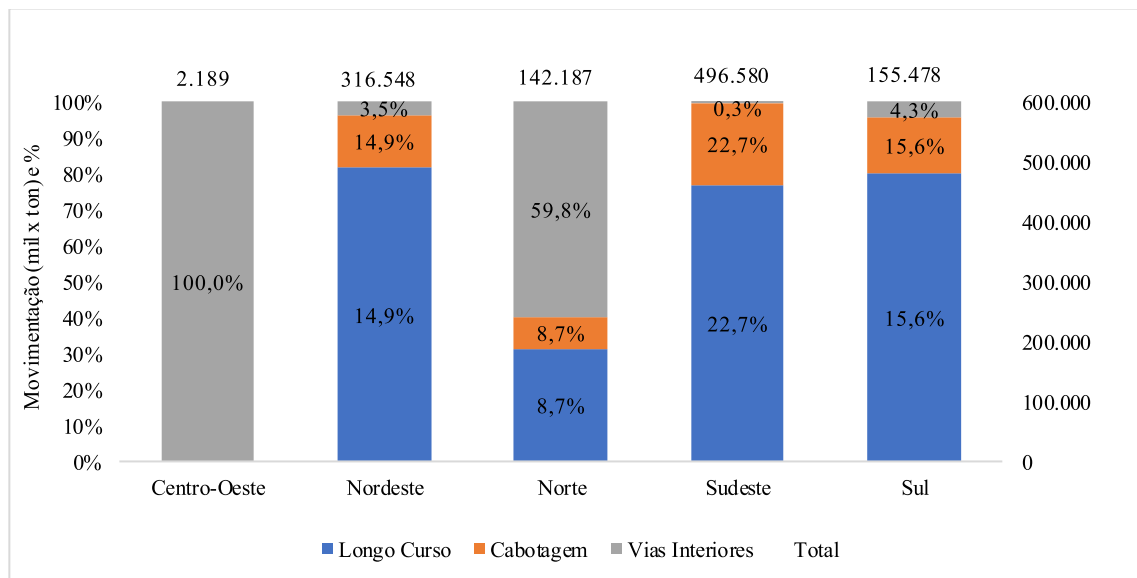
Figura 1 - Movimentação portuária brasileira no período de 2010-2020 (x 1.000 toneladas)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados estatísticos da ANTAQ (2021).

Quando observados estes volumes transportados, com base em suas origens nas grandes regiões do Brasil, a Sudeste é a que apresenta maior movimentação em cerca de 496,6 milhões de toneladas, seguida da Nordeste, com 316,5 milhões de toneladas. A região Sul é a terceira com maior fluxo portuário, com 155,5 milhões de toneladas, e possui característica semelhante das demais com destaque para o maior volume do transporte ser do tipo longo curso, a cabotagem, e em menor participação o transporte por vias interiores (Figura 2).

Figura 2 - Característica da movimentação portuária nas grandes regiões do Brasil em 2020 (x 1.000 toneladas)



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados estatísticos da ANTAQ (2021).

A região Norte movimentou, em 2020, cerca de 142,2 milhões de toneladas, porém com características diferentes das regiões anteriores citadas, onde o maior volume fica a cargo das vias interiores, seguida de longo curso e da cabotagem. Isto ocorre, justamente, pelo grande fluxo pelos rios da Amazônia. A região Centro-Oeste apresenta apenas transporte por vias interiores, com um total de 2,2 milhões de toneladas transportadas neste mesmo ano, por se encontrar em uma região que não possui costa marítima.

Para atender o volume de movimentação mencionado anteriormente, destacam-se os 10 principais portos (público ou de uso privados) para o ano de 2020, que representam em torno de 57% do volume total transportado no Brasil (Quadro 4).

Quadro 4 - Os 10 portos brasileiros que mais movimentaram cargas em 2020 (mil x toneladas)

<i>Ranking</i>	<b>Portos/Terminais</b>	<b>Região</b>	<b>UF</b>	<b>Tipo Terminal</b>	<b>Peso Carga Bruta</b>	<b>Variação 2019</b>	<b>Participação</b>
1º	Terminal Marítimo de Ponta da Madeira	Nordeste	MA	Terminal de uso privado	191.321.793	▲ 0,64%	16,6%
2º	Santos	Sudeste	SP	Público	114.353.735	▲ 7,67%	9,9%
3º	Terminal Aquaviário de Angra dos Reis	Sudeste	RJ	Terminal de uso privado	60.250.095	▲ 16,08%	5,2%
4º	Terminal de Tubarão	Sudeste	ES	Terminal de uso privado	56.177.117	▼ 26,42%	4,9%
5º	Terminal Aquaviário de São Sebastião (Almirante Barroso)	Sudeste	SP	Terminal de uso privado	52.218.514	▲ 20,98%	4,5%
6º	Paranaguá	Sul	PR	Público	52.087.253	▲ 7,49%	4,5%
7º	Itaguaí	Sudeste	RJ	Público	46.241.794	▲ 7,07%	4,0%
8º	Terminal de Petróleo Tpet/Toil - Açú	Sudeste	RJ	Terminal de uso privado	29.611.392	▲ 53,18%	2,6%
9º	Suape	Nordeste	PE	Público	25.698.583	▲ 7,56%	2,2%
10º	Itaquí	Nordeste	MA	Público	25.303.708	▲ 0,53%	2,2%
-	Demais Portos/Terminais	-	-	-	500.854.236	-	47%

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados estatísticos da ANTAQ (2021).

O *ranking* destaca que, entre os 10 maiores portos por movimentação de cargas, a metade é formada por portos públicos e a outra parte por portos de uso privado, com o TUP de Ponta da Madeira no Maranhão (Nordeste) como o terminal que mais movimentou no Brasil, com 16,6% do total, seguido do porto público de Santos, no estado de São Paulo (Sudeste), com 9,9% do total. Percebe-se que entre os cinco portos de maior movimentação, quatro são de uso privado.

### 2.3.2 Transporte de Cabotagem no Brasil

De acordo com Teixeira *et al.* (2018), por mais que pareça natural que a utilização da navegação de cabotagem tenha um papel importante no transporte de cargas no Brasil, seja pelo contexto histórico, seja pela concentração da atividade econômica próxima à costa, não é isso que se observa, segundo os autores, e que pode ser comprovado pela baixa participação deste modal na matriz de transporte brasileira.

A cabotagem é definida, conforme inciso IX, Artigo 2º, da Lei 9.432, de 8 de janeiro de 1997, como “[aquela] realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores”. Este modal de transporte é regulado conforme as normas da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil.



As características geográficas e o processo de colonização do Brasil transformaram a navegação de cabotagem<sup>8</sup> em uma das primeiras atividades econômicas do país, assim como um dos principais meios de transportes de mercadorias desde o século XVI. No período entre o fim do século XIX e meados do século XX, a cabotagem despontou como o principal modal devido ao Governo Imperial buscar desenvolver um sistema de transporte para atender a extensão do território e a grande dispersão entre os aglomerados populacionais. Este modal possibilitou o surgimento da exploração da borracha na região amazônica (transporte por meio de navios a vapor) e, junto à ferrovia, disseminou a cultura do café pelo interior paulista (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Esse destaque da navegação de cabotagem começou a se modificar de forma abrupta no Governo Washington Luiz, o último da Primeira República (1926-1930), que tinha como lema “governar é construir estradas”, priorizando, assim, o transporte rodoviário. O que mais tarde, nos anos de 1950, foi consolidado no Governo Juscelino Kubistchek (1956-1961) com a implantação da indústria automobilística no país.

No início da década 1950, a navegação de cabotagem era responsável por 27,5% dos transportes no Brasil e atingiu seu mínimo em 1994, com participação de apenas 10% no país (LACERDA, 2004). Porém, como destaca Teixeira *et al.* (2018), apesar do desenvolvimento da indústria naval no início dos anos 2000<sup>9</sup>, a navegação de cabotagem não conseguiu retomar a sua participação dos anos 1950.

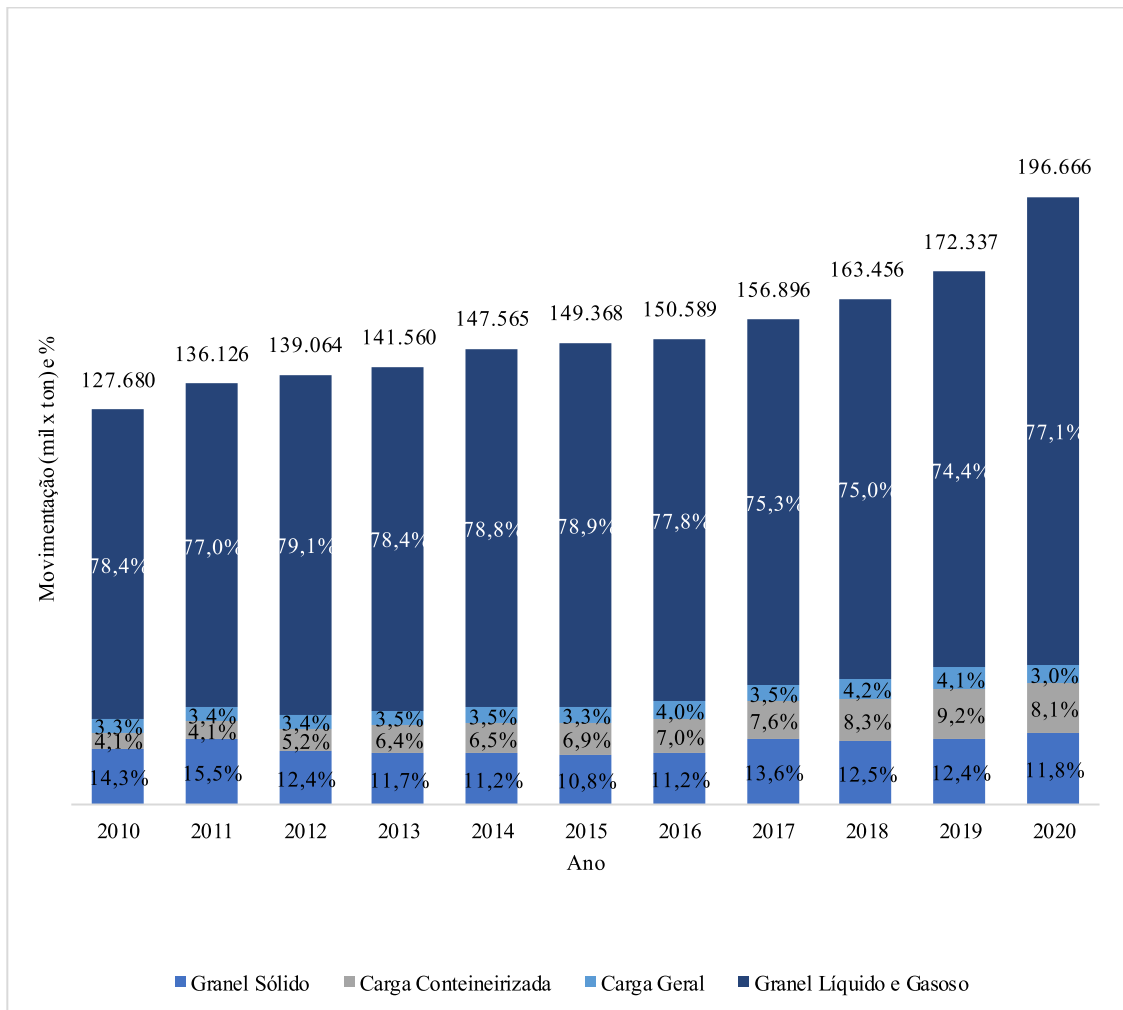
No entanto, na última década, verifica-se um aumento da quantidade transportada por esse modal. Conforme ANTAQ (2021), entre os anos de 2010 e 2020, o volume passou de 127.680 milhões de toneladas para 196.666 milhões de toneladas, o que representa um crescimento de 54%. Na Figura 3 se observa a evolução das quantidades anuais transportadas pelo modal de cabotagem por perfil de carga, entre 2010 e 2020.

---

<sup>8</sup> Para maior detalhamento do contexto histórico do transporte de cabotagem ver Teixeira *et al.* (2018).

<sup>9</sup> A partir da década de 2000, o governo federal, atuando em conjunto com a Petrobras, lançou medidas de política industrial, visando estimular o setor naval do país. De um lado, a Petrobras realizava grandes encomendas aos estaleiros nacionais e, por outro lado, a União atuou com exigências de porcentagem mínima de conteúdo local nas atividades de exploração e produção, assim como, incentivos fiscais e a criação de um fundo garantidor à indústria, além de concessão de crédito em condições especiais de juros por meio do Fundo da Marinha Mercante (FMM) (CAMPOS NETO, 2014).

Figura 3 - Movimentação via cabotagem por perfil de carga no período 2010-2020



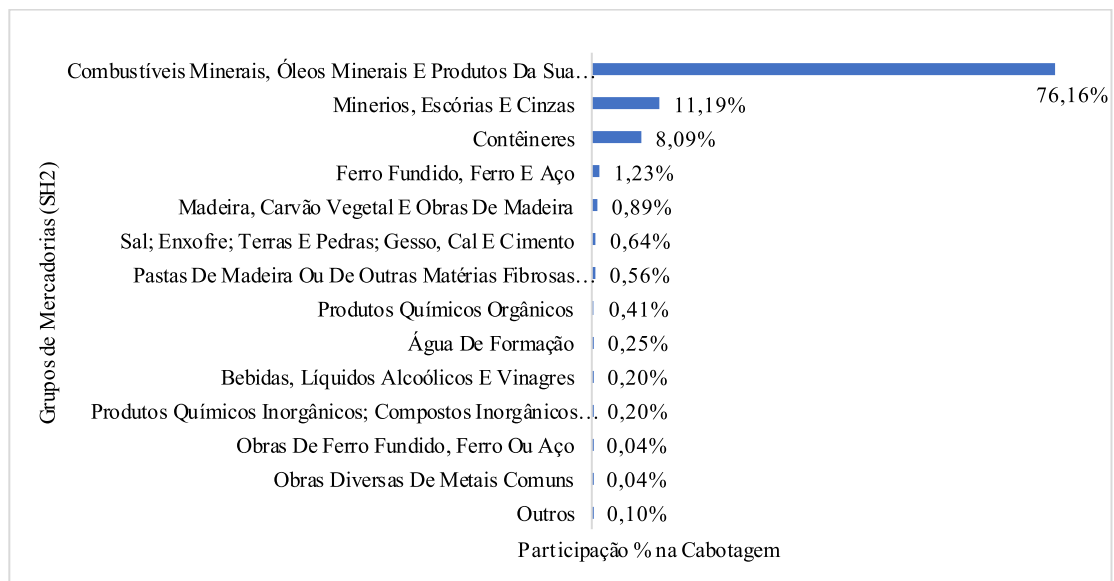
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados estatísticos da ANTAQ (2021).

Quando observado em termos de perfil de cargas transportadas, nota-se o importante crescimento da participação das cargas conteneurizadas, que neste período parte de 4,1% para 8,1% de participação. Porém, mesmo com o incremento substancial das cargas transportadas por contêiner, o perfil de carga com maior expressão é o de cargas de granel líquido e gasoso, com média anual de 77% do volume transportado. Isto deve-se à grande participação da indústria de petróleo e gás que dá suporte à cadeia de transporte do petróleo extraído em águas profundas e territoriais brasileiras (MARTINS, 2019).

As cargas do tipo geral e granel sólido, em termos de participação no transporte total, mantiveram-se praticamente estáveis ao longo dos anos observados. A carga de granel sólido é o segundo tipo com maior participação, com média anual de 13%, enquanto os produtos de carga geral contam com a menor participação no transporte de cabotagem, com média anual de 4%.

Quando observados de forma mais detalhada esses dados, verificando os grupos de mercadorias que são transportadas por este modal, fica evidente a grande participação do setor de combustíveis e minerais, óleos minerais, outros (granel líquido e gasoso), com 76,16% do total, seguido do grupo de minérios, escórias e cinzas, com 11,19%, e que integra o perfil de cargas de granel sólido (Figura 4).

Figura 4 - Principais grupos de mercadorias<sup>10</sup> (SH2) transportadas pelo modal de cabotagem no Brasil no ano de 2020



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados estatísticos da ANTAQ (2021).

Assim como a concentração do transporte de combustíveis minerais, visto anteriormente, quando analisadas as rotas e os fluxos da cabotagem no Brasil, observa-se a concentração na região Sudeste, tanto na origem como no destino das mercadorias. Conforme Martins (2019), a partir de dados da ANTAQ do ano de 2018, o Sudeste é o destino de 53% de toda a movimentação e é ainda mais concentrado quando analisada a origem, onde a região representa cerca de 67% do total. A maior parte da participação do Sudeste tem como a movimentação intra-região, entre os próprios estados da região, tendo como principais produtos, justamente, os combustíveis minerais.

A região Nordeste é a segunda com maior participação, onde é destino de 28% das mercadorias, assim como tem origem na região 20% do total movimento pela cabotagem

<sup>10</sup> Os principais grupos de mercadorias, destacados na Figura 4, somam 99,9% de todos os produtos transportados pelo modal de cabotagem. O item outros (0,1%) representa todos os demais grupos de mercadorias com pequena parcela no transporte total de cabotagem, tais como adubos, cereais, plásticos, máquinas e veículos, entre outros.

brasileira. O Norte é destino de 6% das mercadorias e origina cerca de 10% das mercadorias movimentadas por esse modal. A região Sul apresenta a menor participação em termos de origem de mercadorias, sendo que apenas 3% das cargas movimentadas tem como origem a região. No entanto, quando observado o destino das mercadorias, o Sul representa cerca de 12% do total, com destaque para a rota Sudeste-Sul nesse percentual.

De acordo com apresentação feita pela ANTAQ (2014), destacam-se algumas rotas no Brasil efetuadas pelo modal de cabotagem e que contribuem com o desenvolvimento de diversos setores econômicos ao longo do território nacional, conforme observadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Rotas em destaque do transporte de cabotagem no Brasil

<b>Rotas</b>	<b>Destaque</b>
Transporte de combustíveis e óleos minerais: grande destaque da cabotagem brasileira ao longo da costa.	Dá suporte à cadeia de transporte do petróleo extraído em águas profundas.
Transporte de bauxita: TUP Porto de Trombetas (PA)-Vila do Conde (PA), TUP Omnia (PA)-TUP Alumar (MA) e TUP Porto Trombetas (PA)-TU ALUMAR (MA).	Viabiliza a cadeia produtiva de alumínio nos estados do Maranhão e Pará.
Transporte de produtos florestais (madeira e celulose): TUP Fibria (BA)-TUP Portocel (ES) e TUP Marítimos de Belmonte (BA)-TUP Portocel (ES).	Abastece a indústria do papel, retirando milhares de caminhões das rodovias brasileiras por ano.
Transporte de bobina: Porto de Vitória (ES)-Porto de São Francisco do Sul (SC) e TUP Praia Mole (ES)-Porto de São Francisco do Sul (SC).	Abastece a indústria metalúrgica do Sul do país.
Transporte de produtos da Zona Franca de Manaus: TUP Chibatão (AM)-Santos (SP) e TUP Superterminais (AM)-Santos (SP)	Faz o transporte em contêineres de produto de maior valor agregado, fabricados na Zona Franca de Manaus.
Transporte de sal: Areia Branca (RN)-Porto de Santos (SP).	Utilizado para consumo e como insumo para itens da indústria de base, como: cloro, alimentos pré-prontos, entre outros.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em ANTAQ (2014).

Conforme visto no Quadro 5, diversos setores produtivos utilizam rotas importantes de cabotagem e que contribuem para o desenvolvimento das cadeias produtivas regionais, como a rota da região Norte à região Sudeste, com produtos de alto valor agregado, produzidos na Zona Franca de Manaus. Assim como a indústria metalúrgica, abastecendo seu seguimento na região Sul e vindo da região Sudeste. Outras rotas se destacam, como o Norte para o Nordeste, com o transporte de bauxita e o transporte de madeira e celulose e de sal da região Nordeste para o Sudeste brasileiro.

Estes exemplos contrastam com as dificuldades que o transporte de cabotagem ainda enfrenta, como altos custos, burocracia em excesso, entre outros. Para que possa contribuir ainda mais para o desenvolvimento dos setores, como também se tornar mais atrativo para novos setores que utilizam transportes em longas distâncias, se torna importante que políticas de desenvolvimento deste setor sejam aplicadas, de forma a contribuir com a redução dos custos

dos transportes e um maior equilíbrio na matriz de transportes brasileira, objetivos esses que são apontados como diretrizes do programa de estímulo à cabotagem brasileira, intitulado de Programa BR do Mar, proposto pelo governo brasileiro no ano de 2020, e que é apresentado a seguir.

### *2.3.2.1 Política de Estímulo à Cabotagem – Programa BR do Mar*

O Projeto de Lei 4.199/2020, que aguarda a sanção do Presidente da República, institui o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem – BR do Mar e altera a Lei nº 5.474, de 18 de julho de 1968, a Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997, a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, e a Lei nº 10.893, de 13 de julho de 2004. Conforme MINFRA (2019), são determinadas diversas ações e diretrizes como medidas a serem adotadas no Programa BR do Mar, com o intuito de desenvolver o transporte de cabotagem no país, e destaca-se o seguinte item:

A política de estímulo à cabotagem consubstancia-se em um Programa denominado BR do Mar, que aprimorará o ordenamento do modal de aquaviário estabelecido pela Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997, em conformidade com os propósitos de desenvolvimento de uma matriz de transportes mais eficiente, a redução dos custos logísticos, otimização dos recursos públicos nos investimentos em infraestrutura e incremento da participação privada nos projetos de infraestrutura logística.

De acordo com o Projeto de Lei 4.199/2020, o Programa BR do Mar tem como foco quatro eixos temáticos que propõe diversas ações<sup>11</sup> para o desenvolvimento do modal de cabotagem. A seguir são registrados tais eixos temáticos com alguns itens relevantes em cada um deles:

1. Frota
  - 1.1. Ampliação do afretamento de embarcações estrangeiras;
  - 1.2. Importação de embarcações novas (suspensões de impostos);
2. Indústria Naval
  - 2.1. Fomento à manutenção e reparos;
  - 2.2. Fomento à construção;
3. Custos

---

<sup>11</sup> Para maiores detalhes sobre os objetivos e diretrizes ver Projeto de Lei 4.199/2020.

- 3.1. *Bunker* (equiparação à exportação em Lei – isenta Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS));
- 3.2. Política de preços especial da Petrobras para cabotagem (*Low Sulphur*);
- 3.3. Tripulação;
- 3.4. Redução de tributos (válido também para navegação interior – PIS-PASEP/COFINS/IR/depreciação da embarcação isonomia caminhão);
4. Porto
  - 4.1. Agenda de modernização portuária SNPTA(terminais com uso pela cabotagem);
  - 4.2. Implantação e aditivos/novos investimento em TUP's;
  - 4.3. Agenda específica CT Cabotagem @Conaportos (MInfra, Economia, Casa Civil, Justiça, Marinha, Agricultura, Saúde e ANTAQ) com mapeamento/otimização de processos da cabotagem e apoio da Procomex;
  - 4.4. Ampliação de oferta para cabotagem em operações especiais;
  - 4.5. Planejamento dos *Hub Ports*;

De acordo com EPL (2021), se a tendência dos últimos anos for mantida, em 2021 a cabotagem deve crescer mais de 10% em relação a 2020 e com a implementação do Programa BR do Mar deve ampliar ainda mais o seu potencial de crescimento. Para isso, foi realizada a estimativa do Programa por meio das redes de transportes desenvolvidas pelos autores, com uma simulação de redução de 15% dos custos operacionais do setor de cabotagem. Os resultados registrados pelos autores é de que haveria a economia em fretes de até R\$ 19 bilhões, quando comparado ao modal rodoviário e somente analisando o aumento da participação de cargas containerizadas, assim como ocorreria a economia de até 5 milhões de toneladas de CO2.

Os autores assinalam, ainda, que após a realização do cenário da implementação do Programa BR do Mar haveria um impacto positivo na participação da cabotagem na matriz de transporte brasileira, com ganhos aproximados de 1 ponto percentual. Um volume considerável de cargas seria advindo das rodovias que se desenvolvem na costa brasileira para os portos, utilizando, assim, o transporte de cabotagem.

Com o cenário exposto e a necessidade de aprimoramentos na logística brasileira, mais em específico daquela vinculada aos modais de transporte, de forma a readequar a matriz de transportes de cargas, convém avançar nos estudos sobre as possíveis alternativas e, principalmente, em propostas ou programas que visem esse horizonte de maior eficiência do transporte nacional. Dessa forma, o transporte aquaviário, por meio do modal de cabotagem, se torna um importante aliado na reestruturação e o Programa BR do Mar, com seu propósito de

estimular esse modal, torna-se alvo potencial para ser analisado no que se refere aos seus possíveis impactos e tendências na matriz de transporte de cargas e suas rotas regionais.

### 3 METODOLOGIA

Para atender ao objetivo do estudo, é proposto um modelo de equilíbrio geral multirregional, multisetorial e estático. Assim, é formulado o Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG-TLOG), que constrói a matriz de transporte inter-regional brasileira com quatro modais a partir do modelo elaborado, originalmente, por Teixeira *et al.* (2008). O modelo representa, de forma desagregada, as cinco grandes regiões brasileiras e os principais parceiros internacionais do país, possibilitando analisar os fluxos comerciais internos e externos de acordo com as mudanças nas variáveis comerciais e as políticas que forem de interesse do pesquisador.

#### 3.1 MODELO PAEG ORIGINAL

O PAEG possui a estrutura básica do GTAP, versão 10, elaborado, inicialmente por Hertel (1997) e executado em GTAPinGAMS (RUTHERFORD; PALTSEV, 2000; RUTHERFORD, 2005). O modelo utiliza para a construção de seu código a sintaxe do algoritmo *Mathematical Programming System for General Equilibrium* (MPSGE) (RUTHERFORD, 1999), que representa o modelo de equilíbrio geral por intermédio de blocos de funções de produção, de demanda e restrições específicas. Assim, o MPSGE transforma as informações dos blocos de funções de produção, de demanda e de restrições específicas em equações algébricas, processadas pelo *software General Algebraic Modeling System* (GAMS) (BROOK; KENDRICK; MEERAUS, 1988).

Conforme Gurgel, Pereira e Teixeira (2013), a vantagem da utilização da estrutura do modelo GTAPinGAMS, em relação ao GTAP, é a possibilidade de modificação da estrutura original do modelo de acordo com os objetivos da pesquisa, na linguagem de programação GAMS. Assim o modelo PAEG expande a representação da economia brasileira por meio da modelagem das grandes regiões do país, utilizando como base a estrutura do modelo *GTAPinGAMS*.

No modelo PAEG, a região Brasil, que consta na base de dados do GTAP, é desagregada nas grandes regiões brasileiras, sendo representada cada região individualmente, e o consumo das famílias brasileiras pode ser dividido em dez níveis de renda. A formação da renda das famílias nas regiões é decomposta em capital, trabalho, transferências e poupança. O PAEG representa a produção e a distribuição de bens e serviços na economia mundial, com maior detalhamento para as grandes regiões brasileiras, e é um modelo de equilíbrio geral estático,



multirregional e multissetorial. Cada região é representada por uma estrutura de demanda final, composta por despesas públicas e privadas com bens e serviços.

No modelo, os consumidores buscam a maximização do seu bem-estar sujeitos à restrição orçamentária, considerando fixos os níveis de investimento e a produção do setor público. Os setores produtivos combinam insumos intermediários e fatores primários de produção (capital, trabalho qualificado, trabalho não-qualificado, terra e recursos naturais), com o objetivo de minimizar os custos de acordo com a tecnologia. A base de dados inclui os fluxos bilaterais de comércio entre países e regiões, assim como os custos de transporte, tarifas de importação e impostos (ou subsídios) às exportações (PEREIRA; TEIXEIRA; GURGEL, 2014).

As dimensões do modelo utilizam notações as quais demonstram os conjuntos de setores, países e regiões, fatores de produção e governo e são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Índices de conjuntos da base de dados

Índice	Descrição
$i, j$	Setores e bens.
$r, s$	Países e regiões.
$f \in m$	Fatores de produção de mobilidade livre dentro de dada região: trabalho qualificado, trabalho não-qualificado e capital.
$f \in s$	Fatores de produção fixos: terra e outros recursos naturais.

Fonte: Adaptado de Gurgel, Pereira e Teixeira (2019).

### 3.1.1 Funções de Identidade: Equilíbrio no Mercado de Bens e Fatores

A primeira função temática é apresentada através da Equação 1, que representa o valor do produto agregado doméstico ( $vom_{ir}$ ) sendo igual a soma das exportações ( $\sum_s vxmd_{irs}$ ), o serviço de transporte internacional ( $vst_{ir}$ ), a soma da demanda intermediária ( $\sum_j vdfm_{ijr}$ ), do consumo das famílias ( $vdpm_{ir}$ ), o consumo do governo ( $vdgm_{ir}$ ) e os investimentos ( $vdim_{ir}$ ).

$$vom_{ir} = \sum_s vxmd_{irs} + vst_{ir} + \sum_j vdfm_{ijr} + vdpm_{ir} + vdgm_{ir} + vdim_{ir} \quad (1)$$

A demanda por bens importados é representada por  $vim_{ir}$  e seu valor é obtido através do somatório do consumo intermediário ( $\sum_j vifm_{ijr}$ ), do consumo privado ( $vipm_{ir}$ ) e do consumo do governo ( $vigm_{ir}$ ). Esta identidade contábil é apresentada na Equação 2.

$$vim_{ir} = \sum_j vifm_{ijr} + vipm_{ir} + vigm_{ir} \quad (2)$$

Para a produção de  $Y_{ir}$  incluem-se insumos intermediários (domésticos e importados), fatores de produção móveis ( $vifm_{ijr}$ ,  $f \in m$ ) e consumo do agente público ( $vigm_{ir}$ ). A renda dos fatores de produção é distribuída ao agente representativo e o equilíbrio nos mercados de fatores é dado pela identidade representada pela soma da demanda intermediária por fatores primários com a renda destinada as famílias (Equação 3).

$$\sum_i vfm_{fir} = evom_{fr} \quad (3)$$

As condições de equilíbrio entre oferta e demanda nos mercados internacionais ocorrem de forma similar e requerem que as exportações do bem  $i$  pela região  $r$  ( $vxm_{ir}$ ) sejam iguais às importações do mesmo bem por todos os parceiros comerciais ( $\sum_s vxmd_{irs}$ ), como demonstrado na Equação 4.

$$vxm_{ir} = \sum_s vxmd_{irs} \quad (4)$$

Para os serviços de transportes internacionais aplicam-se condições de equilíbrio semelhantes, onde a oferta agregada do serviço de transporte  $j$ ,  $vt_j$ , é igual ao valor dos serviços de transporte nas exportações  $\sum_r vst_{jr}$ , como pode ser visto na Equação 5.

$$vt_j = \sum_r vst_{jr} \quad (5)$$

Por sua vez, o equilíbrio entre oferta e demanda, no mercado de serviços de transporte, iguala a oferta desses serviços à soma dos fluxos bilaterais de serviços de transporte que são adquiridos nas importações de bens ( $\sum_{isr} vtwr_{jisr}$ ), apresentados na Equação 6.

$$vt_j = \sum_{isr} vtwr_{jisr} \quad (6)$$

Assim, o valor das margens de comércio internacional deve ser igual tanto ao serviço de transporte internacional, quanto ao valor das vendas internacionais de transporte, representado na Equação 7, tendo, dessa forma, o equilíbrio entre oferta e demanda em todos os mercados, atendendo uma das condições para consistência do modelo de equilíbrio geral com uma matriz de dados.

$$\sum_r vst_{jr} = \sum_{isr} vtwr_{jisr} \quad (7)$$

### 3.1.2 Equações de Restrição Orçamentária: Balanço da Renda

A renda do governo (Equação 8) pode ser representada pelo somatório dos impostos indiretos na produção e exportação ( $R_{ir}^Y$ ), no consumo ( $R_r^C$ ), na demanda do governo ( $R_r^G$ ) e nas importações ( $R_{ir}^M$ ). A renda do governo também inclui impostos diretos ao agente representativo, representados por  $R_r^{HH}$ , bem como nas transferências do exterior,  $vb_r$ .

$$vgm_r = \sum_i R_{ir}^Y + R_r^C + R_r^G + \sum_i R_{ir}^M + R_r^{HH} + vb_r \quad (8)$$

A restrição orçamentária do agente representativo relaciona a renda dos fatores de produção ( $evom_{fr}$ ), descontada dos pagamentos de impostos ( $R_r^{HH}$ ), com as despesas de consumo e investimento privado, como demonstrado na Equação 9.

$$\sum_f evom_{fr} - R_r^{HH} = vpm_r + vim_r \quad (9)$$

### 3.1.3 Condições de Lucro Zero

Nas equações anteriores é possível identificar os dois tipos de condição para a consistência da base de dados contida nas matrizes de insumo-produto e contabilidade social, que são o equilíbrio de mercado em que a oferta é igual à demanda para todos os bens e fatores de produção e o balanço da renda que demonstra que a renda líquida é igual à despesa líquida. Por fim, há um terceiro conjunto de identidades que diz respeito aos lucros operacionais líquidos nos setores da economia.

Conforme Nazareth, Gurgel e Vieira (2019), o modelo PAEG, assim como o GTAP, consideram competição perfeita e retornos constantes à escala, o que reflete que os custos com insumos intermediários e fatores de produção se igualem ao valor da produção e os lucros econômicos a zero. O conjunto de identidades contábeis que fornecem essa condição estão representadas pelas Equações 10 a 16.

$$Y_{ir}: \quad \sum_f vfm_{fir} + \sum_j (vifm_{jir} + vdfm_{jir}) + R_{ir}^Y = vom_{ir} \quad (10)$$

$$M_{ir}: \quad \sum_s (vxmd_{isr} + \sum_j vtwr_{jisr}) + R_{ir}^M = vim_{ir} \quad (11)$$

$$C_r: \quad \sum_i (vdpm_{ir} + vipm_{ir}) + R_{ir}^C = vpm_r \quad (12)$$

$$G_r: \quad \sum_i (vdgm_{ir} + vigm_{ir}) + R_{ir}^G = vgm_r \quad (13)$$

$$I_r: \quad \sum_i vdim_{ir} = vim_r \quad (14)$$

$$FT_{fr}: \quad evom_{fr} = \sum_i vfm_{fir} \quad f \in s \quad (15)$$

$$YT_j: \quad \sum_r vst_{jr} = vt_j = \sum_{irs} vtwr_{jirs} \quad (16)$$

Como mencionado anteriormente, o modelo PAEG segue as características de um modelo de competição perfeita e retornos constante à escala, e autores como Azevedo e Feijó (2010), destacam um aparente *trade-off* entre a intensidade dos resultados empíricos obtidos por meio das abordagens de retornos crescentes à escala e competição imperfeita e modelos como o proposto nessa pesquisa de retornos constantes e competição perfeita. Os autores destacam que, de um lado, os modelos baseados em economias de escala, competição imperfeita e crescimento econômico, apresentadas por Baldwin e Venables (1995) como sendo de segunda e terceira gerações, têm magnitude dos resultados empíricos maiores do que os modelos de eficiência estática. Mas, de outro lado, os modelos com competição perfeita (primeira geração) compreendem mudanças de políticas de intensidade conhecida e métodos analíticos robustos, ao passo que as demais abordagens abarcam pressupostos a partir de uma estrutura teórica, como a extensão das economias de escala e a estimação das margens de *mark-up* em mercados com competição imperfeita, que geram muitas controvérsias em relação a esses temas.

#### 3.1.4 Estrutura de Decisão do Modelo (Comportamento dos Agentes)

Para entender o funcionamento do modelo se torna necessário descrever como os agentes e os setores se comportam e, conforme Gurgel, Pereira e Teixeira (2019), o modelo determina valores para todas as variáveis, exceto fluxos de capitais internacionais<sup>12</sup>. As condições de equilíbrio do modelo definem os preços relativos – e não os preços nominais – e cada preço de equilíbrio está associado a uma condição de equilíbrio de mercado. As variáveis que representam os níveis de atividades que definem um equilíbrio e as variáveis de preços relativos de bens e fatores são apresentadas no Quadro 7.

---

<sup>12</sup> Os fluxos de capitais internacionais podem ser calculados em um modelo intertemporal separado do modelo PAEG.

Quadro 7 - Variáveis endógenas que representam níveis das atividades e preços de bens e fatores

Variáveis	Descrição
$C_r$	Demanda agregada dos agentes privados.
$G_r$	Demanda agregada do setor público.
$Y_{ir}$	Produção.
$M_{ir}$	Importações agregadas.
$FT_{fr}$	Transformação de fatores.
$YT_j$	Serviços de transporte internacional.
$p_r^C$	Índice de preço do consumo privado.
$p_r^G$	Índice de preço da provisão do governo.
$p_{ir}^Y$	Preço de oferta doméstica, bruto de impostos indiretos à produção.
$p_{ir}^M$	Preço de importação, bruto de impostos às exportações e tarifas às importações.
$p_{fr}^F$	Preço dos fatores para trabalho, terra e recursos naturais.
$p_{fir}^S$	Preço do fator primário específico no setor.
$p_j$	Custo marginal dos serviços de transporte.

Fonte: Adaptado de Gurgel, Pereira e Teixeira (2019).

Conforme destacam Gurgel, Pereira e Teixeira (2019), os setores produtivos procuram minimizar seus custos sujeitos às restrições tecnológicas e a produção de  $Y_{ir}$  é caracterizada pela escolha de insumos a partir da minimização de custos unitários, representada pelo problema de otimização<sup>13</sup> da Equação 17.

$$\min_{difm, ddfm, dfm} C_{ir}^D + C_{ir}^M + C_{ir}^F, \quad (17)$$

$$\text{Sujeito a: } C_{ir}^D = \sum_j p y_{jr} (1 + t_{jir}^{fd}) ddfm_{jir} \quad (17.1)$$

$$C_{ir}^M = \sum_j p m_{jr} (1 + t_{jir}^{fi}) difm_{jir} \quad (17.2)$$

$$C_{ir}^F = \sum_j (p f_{fr|f \in m} + p s_{fir|f \in s} (1 + t_{fir}^f) dfm_{fir} \quad (17.3)$$

$$F_{ir}(ddf m, dif m, df m) = Y_{ir} \quad (17.4)$$

Este problema de otimização demonstrado define uma função de produção caracterizada no modelo por uma função de CES em que os fatores primários podem ser substituídos e os insumos intermediários e o valor adicionado são combinados em uma função Leontief.

Cada bem importado, demandado em uma região, é um agregado de bens importados de diferentes regiões do modelo e as escolhas entre importações de diferentes parceiros comerciais considera os pressupostos de *Armington*, que um bem importado de uma região é

<sup>13</sup> As variáveis de decisão correspondem aos dados iniciais (ou de *benchmark*), com a letra inicial “d” no lugar da letra “v”. Dessa forma,  $vdfm_{jir}$  representa a demanda intermediária de *benchmark* do bem  $j$  na produção do bem  $i$  na região  $r$ , enquanto  $ddf m_{jir}$  representa a variável de demanda intermediária, que corresponde ao equilíbrio do problema de decisão da produção.

um substituto imperfeito do mesmo bem, com origem em outras regiões. Assim, as importações bilaterais são realizadas no modelo, seguindo o problema de otimização na Equação 18.

$$\min_{dxmd, dtwr} \sum_s (1 + t_{isr}^{ms}) (py_{is} (1 - t_{isr}^{xs}) dxmd_{isr} + \sum_j pt_j dtwr_{jisr}) \quad (18)$$

$$\text{Sujeito a: } A_{ir}(dxmd, dtwr) = M_{ir} \quad (18.1)$$

A função de agregação das importações é representada por  $A_{ir}$ , onde os serviços de transporte são adicionados e a substituição entre importações de diferentes origens é governada por uma elasticidade de substituição ( $esubm_i$ ). Os fluxos comerciais estão sujeitos a subsídios (ou impostos) às exportações e tarifas às importações, onde o governo da região exportadora paga os subsídios (ou recebe os impostos) e as tarifas são coletadas pelos governos dos países importadores (GURGEL; PEREIRA; TEIXEIRA, 2019).

O consumo do agente privado é definido pelo problema de minimização do custo de um determinado nível de consumo agregado, como demonstrado na Equação 19.

$$\min_{ddpm, dipm} \sum_s py_{is} (1 - t_{ir}^{pd}) ddpm_{ir} + pm_{ir} (1 + t_{ir}^{pi}) dipm_{ir} \quad (19)$$

$$\text{Sujeito a: } H_r(ddpm, dipm) = C_{ir} \quad (19.1)$$

E conforme Gurgel, Pereira e Teixeira (2019), a demanda final no modelo é caracterizada por uma função Cobb-Douglas entre bens compostos, formados pela agregação de bens domésticos e importados.

Além dos pressupostos apresentados anteriormente, o modelo PAEG possui outros pressupostos, como a demanda de bens importados de cada região, uso de terras e recursos naturais e serviços internacionais de transporte, que são demonstrados por meio de suas identidades contábeis no Apêndice A.

### 3.1.5 Cálculo do Bem-Estar e do PIB

A medida de variação equivalente é a *proxy* utilizada para verificar os ganhos de bem-estar na economia brasileira conforme os experimentos realizados nesta pesquisa e que tem sido usualmente calculada para analisar possíveis ganhos de bem-estar em modelos aplicados de equilíbrio geral, principalmente aqueles que utilizam o modelo PAEG (NAZARETH; GURGEL; VIEIRA, 2019). Conforme os autores, as mudanças nos níveis de bem-estar que são

observadas ao utilizar a variação equivalente são expressas em termos percentual e monetário. A Equação 20 expressa o cálculo da variação equivalente.

$$VE = \frac{(U^f - U^0)}{U^0} C^0 \quad (20)$$

VE é a variação equivalente,  $U^f$  representa o nível de utilidade final,  $U^0$  representa o nível de utilidade inicial e  $C^0$  é a renda das famílias no equilíbrio inicial. Nazareth, Gurgel e Vieira (2019) destacam que a medida de variação equivalente demonstra a mudança no consumo necessário a partir de um novo conjunto de preços para que se mantenha o nível de utilidade das famílias, aos preços do equilíbrio inicial, o que reflete no aumento da utilidade em termos de aumento do consumo.

Dessa forma, possíveis ganhos de bem-estar em virtude dos experimentos realizados no modelo representará ganhos diretos para as famílias em termos de aumento de renda para consumir mais e, portanto, ganhos de utilidade.

Outra variável importante analisada no modelo é o PIB e o cálculo realizado no modelo PAEG é feito pela ótica da despesa, onde pode ser demonstrada através da Equação 21.

$$Y = C + I + G + X - M \quad (21)$$

$Y$  representa o PIB;  $C$ , o consumo privado;  $I$ , os investimentos;  $G$ , os gastos do governo;  $X$ , as exportações; e  $M$ , as importações para o ano de 2014.

### 3.1.6 Fechamento Macroeconômico

O fechamento macroeconômico do modelo PAEG considera que a demanda agregada da economia deve igualar-se à renda (retorno dos fatores), e que a oferta dos fatores de produção é exógena. Os fatores são perfeitamente móveis entre setores de uma mesma região (com exceção dos setores terra e recursos naturais, que possuem mobilidade limitada). Entretanto, há mobilidade parcial (imperfeita) do fatores capital e trabalho entre as regiões brasileiras, o que representa o movimento de fatores até que o retorno nominal dos fatores se iguale entre as regiões. Conforme Gurgel, Pereira e Teixeira (2019), esta regra de equalização da remuneração nominal impõe certa rigidez ou fricção no deslocamento dos fatores entre regiões de forma a impedir a equalização na remuneração real dos fatores.

O modelo utiliza a pressuposição de pleno emprego, ou seja, os preços dos fatores são flexíveis, enquanto a oferta total de cada fator de produção permanece constante. Pelo lado da demanda, investimentos e fluxos de capitais também são mantidos fixos. O consumo do governo pode se alterar com mudança nos preços dos bens, enquanto a receita advinda dos impostos está sujeita a mudanças no nível de atividade e no consumo. A taxa de câmbio real entre os países se ajusta após as simulações, mantendo fixo o saldo da conta corrente. E mesmo que os valores das variáveis exógenas (investimentos, oferta de fatores e saldo em conta corrente, por exemplo) forem exógenos, os preços são endógenos e seus valores após os experimentos (choques) podem ser alterados (GURGEL; PEREIRA; TEIXEIRA, 2019).

### 3.1.7 Agregação Regional e Setorial do Modelo

A base de dados do PAEG é compatível com a versão 10 do GTAP, que representa o cenário macroeconômico mundial para o ano de 2014 e que possui dados para 141 países/regiões do mundo, 65 bens/setores produtivos e cinco fatores primários. Conforme Pinto, Teixeira e Ferreira (2018), os setores e regiões são geralmente agregados em número reduzido, conforme os objetivos do estudo, de forma a aumentar a eficiência computacional das simulações e dos choques.

Na agregação regional, apresentada no Quadro 8, o PAEG, em sua versão original, está separado nas cinco grandes regiões brasileiras, que são a Norte (NOR), a Nordeste (NDE), o Centro-Oeste (CO), a Sudeste (SDE) e a Sul (SUL), assim como países que são importantes parceiros comerciais do Brasil e demais regiões. Além da agregação regional, o modelo está agregado em 19 setores, que compõe a desagregação utilizada na Matriz Insumo Produto (MIP) do modelo PAEG e que estão compatibilizados com a base do GTAP (versão 10). Importante destacar que para a presente pesquisa, foram mantidas as agregações regionais e setoriais do modelo original para as análises dos resultados.



Quadro 8 - Agregação regional e setorial do modelo PAEG (versão 5)

Setores		Variável	Regiões			
Agropecuário	1	Arroz	(pdr)	1	Brasil - Região Norte	NOR
	2	Milho e outros cereais em grão	(gro)	2	Brasil - Região Nordeste	NDE
	3	Soja e outras oleaginosas	(osd)	3	Brasil - Região Centro-Oeste	COE
	4	Cana de açúcar, beterraba, indústria do açúcar	(c_d)	4	Brasil - Região Sudeste	SDE
	5	Carnes e animais vivos	(oap)	5	Brasil - Região Sul	SUL
	6	Leite e derivados	(rmk)	6	Estados Unidos	USA
	7	Outros produtos agropecuários	(agr)	7	China	CHN
Manufaturas	8	Produtos alimentares - outros produtos alimentares, bebidas e tabaco	(foo)	8	União Europeia	EUR
	9	Indústria têxtil	(tex)	9	Japão	JPN
	10	Vestuário e calçados	(wap)	10	Rússia	RUS
	11	Madeira e mobiliário	(lum)	11	Canadá	CAN
	12	Papel, celulose e indústria gráfica	(ppp)	12	México	MEX
	13	Químicos, indústria da borracha e plástico	(crp)	13	Índia	IND
Serviços	14	Manufaturados: minerais não metálicos, metalmeccânica, mineração, indústrias diversas	(man)	14	Austrália e Nova Zelândia	ANZ
	15	Eletricidade, gás, distribuição de água	(siu)	15	África	AFR
	16	Construção	(cns)	16	Resto do Mercosul	RMS
	17	Comércio	(trd)	17	Resto das Américas	ROA
	18	Transporte	(otp)	18	Resto da Europa	REU
	19	Serviços e administração pública	(adm)	19	Resto da Ásia	RAS
				20	Oriente Médio	MES
				21	Resto do Mundo	ROW

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3.2 MODELO PAEG-TLOG

Conforme abordado anteriormente, o transporte de cargas é peça importante na economia do país, no entanto, o setor de transporte no modelo original do PAEG não é representado de forma desagregada. O estudo de Asai (2019) avançou na construção do modelo em relação ao transporte, estruturando o PAEG Transportes (PAEG-T) de forma a possibilitar tratar do serviço de transporte inter-regional como um setor desagregado no MEGC. Entretanto, o serviço de transporte é considerado único, não havendo distinções sobre os modais de transporte no modelo desenvolvido.

Este estudo contribui com a literatura empírica sobre o tema de infraestrutura de transporte, desenvolvendo o modelo PAEG-TLOG de forma a construir a matriz de transporte inter-regional de cargas com os principais modais e rotas inter-regionais. Este modelo possibilita análises de políticas destinadas aos modais de forma individualizada ou conjunta, verificando seus efeitos na matriz de transporte e nos demais setores da economia incorporados no modelo. Dessa forma, o desenvolvimento do PAEG-TLOG teve duas etapas<sup>14</sup>: a de

<sup>14</sup> A matriz O/D definitiva e o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG com apresentação dos algoritmos adicionados ao modelo original, são apresentados no Apêndice B.

constituição da matriz de transporte de carga nacional e a construção do modelo, as quais são apresentadas a seguir.

### 3.2.1 Dados da Matriz Origem-Destino (O/D) de Transporte de Cargas no Brasil

Para a construção da matriz de transporte de cargas do Brasil, foi utilizada a base de dados composta da matriz O/D das viagens de transporte inter-regional, desenvolvida pela Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL)<sup>15</sup>, vinculada ao Ministério da Infraestrutura, com a parceria do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e disponibilizada no estudo Panorama 2015<sup>16</sup>. A quantidade total transportada no país, apurada nas matrizes O/D, são apresentadas por meio da Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz O/D de todos os grupos de mercadorias e modais por região geográfica (mil toneladas)

Região	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Exterior
Norte	30.308,7	31.304,7	13.160,0	6.414,6	3.922,9	159.281,1
Nordeste	10.046,2	67.124,5	44.437,2	17.869,1	8.198,5	34.783,5
Sudeste	18.067,5	54.179,8	419.012,4	82.345,2	39.070,3	326.806,4
Sul	7.887,5	20.232,6	75.530,7	99.691,2	13.504,1	57.665,5
Centro-Oeste	8.240,1	13.030,4	40.286,6	20.412,4	26.536,9	45.189,7
Exterior	8.946,1	25.528,6	65.537,8	25.247,3	5.983,1	406,2

Fonte: EPL (2016).

Os resultados da matriz de transporte agregada serviram de base para a matriz O/D definitiva do modelo PAEG-TLOG. Para a inserção no modelo foi realizada a desagregação dessas quantidades por tipo de modal de transporte<sup>17</sup>, sendo eles: rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem, sendo os dois últimos derivados do modal aquaviário<sup>18</sup>. Além da distinção entre os modais, a EPL produziu informações quanto ao tipo de cargas, reunindo em quatro diferentes categorias: granel sólido agrícola – GSA (farelo de soja, milho em grãos, soja em grãos); granel líquido – GL (combustíveis, petroquímico); granel sólido não agrícola – GSNA (carvão mineral, cimento, minério de ferro e outros minerais); carga geral – CG (alimentos e bebidas processados, celulose e papel, outros da lavoura e pecuária, produtos

<sup>15</sup> Ver Anexo A para Redes de Transporte no Brasil – EPL, base da matriz do PAEG-TLOG.

<sup>16</sup> Para maiores detalhes sobre o Panorama 2015 e matrizes do transporte inter-regional de cargas, consultar Plano Nacional de Logística (EPL, 2020).

<sup>17</sup> Os dados da participação de cada modal na matriz de O/D foram disponibilizados pela EPL.

<sup>18</sup> A matriz O/D, disponibilizada pela EPL, traz os dados desagregados do modal aquaviário, em transportes hidroviário e cabotagem.

básicos de borracha, plásticos e não metálicos, produtos da exploração florestal e da silvicultura e manufaturados).

A partir da disposição dos dados da matriz O/D com os dados desagregados por modal de transporte e por tipo de carga, foi necessária a readequação das categorias, devido à agregação setorial existente na MIP do PAEG, de forma a ficar dividido em duas categorias: GSA e CG (agregando os tipos de CG, GSNA e GL).

### 3.2.2 Adições ao Modelo Original

Após a inserção das matrizes O/D no banco de dados do PAEG, foi necessário o desenvolvimento do modelo, levando em consideração o setor de transporte desagregado em modais e rotas inter-regionais. Assim, a desagregação do serviço de transporte entre regiões do Brasil foi realizada a partir de um novo bloco produtivo<sup>19</sup>, caracterizado pelo setor  $ytbr(j)$ , derivado do bloco de serviços de transporte e se refere a oferta geral de serviço de transporte entre as macrorregiões brasileiras.

Este bloco de produção,  $ytbr(j)$ , determina a produção dos serviços de transportes para o Brasil, combinando insumos do setor  $j$  das diferentes regiões  $r$  e precificados por  $py(j,r)$ , tendo como valor inicial a variável  $vstbr(j,r)$ , que representa a oferta dos serviços de transportes inter-regionais e é demonstrada na Equação 22.

$$vstbr_{jr} = \sum_{is} vtwr_{jirs} \quad (22)$$

Onde  $vstbr_{jr}$  é oferta regional dos serviços de transportes inter-regionais;  $vtwr_{jirs}$  é serviço demandado para o comércio bilateral de cada região, sendo que o transporte do bem  $i$  é realizado da região  $s$  para região  $r$  dentro do Brasil.

A oferta brasileira de serviços de transporte inter-regional é precificada por  $ptbra(j)$  e cujo valor inicial é dado por  $vtwbr(j)$  constante na base de dados e representada pela Equação 23.

$$vtwbr_j = \sum_r vstbr_{jr} \quad (23)$$

---

<sup>19</sup> Os blocos produtivos determinam as árvores tecnológicas, combinando insumos, fatores intermediários, bens importados e bens de consumo e, ao ler tais blocos, o MPSGE constrói as equações do modelo de equilíbrio geral durante a execução do mesmo no GAMS (GURGEL; PEREIRA; TEIXEIRA, 2011).

Onde,  $vtwbr_j$  é oferta brasileira dos serviços de transportes inter-regionais;  $\sum_r vstbr_{jr}$  é oferta regional dos serviços de transportes inter-regionais. Os parâmetros  $vtwbr(j)$  e  $vstbr(j,r)$  só existem para o setor  $j$  de transportes. Importante ser destacado que somente as regiões brasileiras são componentes do conjunto  $r$  para o setor de transporte brasileiro (ASAI, 2019; GURGEL; PEREIRA; TEIXEIRA, 2019).

A partir dessa etapa, este estudo se propôs a criar os setores e blocos de produção para representar os diferentes tipos de cargas e modais constantes na matriz O/D mencionada anteriormente. Para tanto, foi criado um setor denominado  $ytbrmd(j)$  (Equação 24), que distribui a oferta total de transporte inter-regional em uma oferta de quatro modais diferentes: rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem por meio de uma função de elasticidade de transformação constante (*constant elasticity of transformation* – CET).

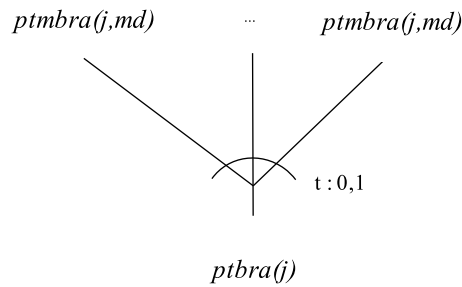
$$ytbrmd_j = vtwbr_{jma} \quad (24)$$

Onde  $ytbrmd_j$  é oferta de transporte inter-regional em quatro modais diferentes;  $vtwbr_{jma}$  é margem de transporte dos modais (rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem).

Na literatura brasileira não foram encontrados estudos que tenham estimado a CET para uma função de transporte inter-regional ou dados históricos suficientes que permitam realizar a estimativa de tal elasticidade. Assim, adotou-se uma elasticidade de transformação igual a 0,1 nessa função, o que capta a rigidez e a dificuldade de empresas e de agentes que fornecem serviços de transporte especializados em um dado modal em alterarem seus serviços para outro tipo de modal diante de mudanças nos preços relativos dos serviços de transporte dos modais alternativos, ou seja, algo muito próximo da realidade do serviço ofertado pelas transportadoras no Brasil. Posteriormente, foi criado o setor  $ytbrmdt(j,md)$ , que distribui a oferta de cada modal em duas categorias (GSA e CG), utilizando, novamente, uma função CET.

Para todo o bloco de produção criado no modelo, o MPSGE constrói uma árvore tecnológica, com o propósito de combinar os insumos intermediários na produção do bem ou serviço. Um exemplo é a representação gráfica da árvore tecnológica gerada de  $ytbrmd(j)$  e que pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Árvore tecnológica da divisão do transporte inter-regional do Brasil em modais



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após a oferta ser desagregada em termos de modais e tipos de cargas, foram construídos mais dois blocos de produção,  $ytbrmd\_gsa\_r(j,md)$  e  $ytbrmd\_cg\_r(j,md)$ , com o objetivo de desagregar a oferta do tipo de cargas GSA e CG, por origem e destino (região vendedora e compradora), possibilitando representar as diferentes rotas regionais. E para permitir alterar a eficiência e/ou impostos na oferta de serviços de transporte por tipo de carga (GSA e CG) em cada uma das rotas possíveis, foram desenvolvidos blocos de produção específicos para tal, denominados de  $ytbrmd\_gsa\_r(j,md,br,bbra)$  e  $ytbrmd\_cg\_r(j,md,br,bbra)$ .

Dessa forma, é possível simular cenários com choques relacionados à questão fiscal, alterando impostos cobrados nos diferentes modais, quanto à questão de eficiência de um determinado modal de transporte. Os choques podem ser aplicados tanto a uma rota regional específica quanto a um dado modal. Os blocos descritos anteriormente permitem representar o lado da oferta de transporte por modais, tipo de carga e rotas inter-regionais. Por fim, foram construídos blocos de produção que captam a possibilidade de substituição entre os serviços de transportes, por parte dos setores demandantes destes serviços, para cada rota inter-regional (blocos  $ytbr\_gsa\_r$  e  $ytbr\_cg\_r$ ), considerando região vendedora e região compradora. Essa estrutura significa, por exemplo, que os produtos do tipo GSA, que são transportados em uma determinada rota (exemplo: do SUL para o SDE) podem comprar serviços do setor  $ytbr\_gsa\_r$  (“sul”, “sde”) apenas, mas podem escolher entre os diferentes modais disponíveis. Ou seja, essa estrutura permite regionalizar os mercados de serviços de transportes para cada “rota” (origem-destino) e os diferentes modais que servem àquela rota competem entre si. Utilizam-se funções de CES para representar a substituição entre modais nas funções  $ytbr\_gsa\_r$  e  $ytbr\_cg\_r$ .

### 3.2.3 Elasticidades – Substituição entre Modais de Transportes

No processo de construção e inserção da matriz de transporte de cargas no modelo PAEG-TLOG, destaca-se o uso das CES para representar a substituição entre modais nas funções  $ytbr\_gsa\_r$  e  $ytbr\_cg\_r$ , demonstradas na subseção anterior. Para que não fosse necessário usar parâmetros definidos *ad hoc*, foram utilizadas as elasticidades calculadas por Vassalo (2015).

Vassalo (2015) estimou a demanda de duas maneiras com implicações diretas sobre as formas funcionais adotadas. A primeira estimação considera uma função de demanda do tipo *translog* derivada de uma função de produção ou até mesmo de utilidade do tipo CES, linearizada nos parâmetros de interesse. A segunda, chamada de *multinomial conditional logit*, advém de um modelo de escolha discreta baseado em uma função de utilidade indireta.

O autor considera as elasticidades estimadas pela forma *translog* para seu modelo final, porém apresenta resultados comparativos, considerando o uso de elasticidades estimadas com o modelo *multinomial conditional logit* e não encontra mudanças de sinais nos impactos resultantes, com uso de um ou do outro tipo de elasticidades calculada por ele, e afirma que, de forma geral, o modelo se mostra robusto para variações nas elasticidades-preço cruzado dos modos de transporte.

Dessa forma, para a inserção no modelo PAEG-TLOG foi necessária a compatibilização dos setores utilizados pelo autor e a agregação setorial empregada na presente pesquisa, assim como foi necessária a conciliação dos setores de hidrovia e de cabotagem, considerados como modais aquaviários, que possuem características semelhantes de transporte, como visto em estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020). Os autores efetuam o cálculo das elasticidades de substituição dos modais e utilizam a navegação de cabotagem e a navegação de interior (hidrovias) como uma operação aquaviária, sem distinção, assumindo os mesmos valores calculados para ambos modais no modelo.

A partir da compatibilização dos setores utilizados pelo PAEG-TLOG e pelo estudo de Vassalo (2015) foi implementada no modelo as CES das funções  $ytbr\_gsa\_r$  e  $ytbr\_cg\_r$ , que podem ser visualizadas através Tabela 2.

Tabela 2 - CES funções *ytbr\_gsa\_r* e *ytbr\_cg\_r*

Setores	Código	Rodo	Ferro	Hidro	Cabot
Arroz	(pdr)	-	-	-	-
Milho e outros cereais em grão	(gro)	0,846	1,207	1,282	1,282
Soja e outras oleaginosas	(osd)	-	-	-	-
Cana de açúcar, beterraba, indústria do açúcar	(c_d)	2,67	1,844	1,141	1,141
Carnes e animais vivos	(oap)	3,06	3,379	0,711	0,711
Leite e derivados	(rmk)	-	-	-	-
Outros produtos agropecuários	(agr)	-	-	-	-
Produtos alimentares - outros produtos alimentares, bebidas e tabaco	(foo)	0,613	1,366	-	-
Indústria têxtil	(tex)	-	-	0,295	0,295
Vestuário e calçados	(wap)	-	-	0,295	0,295
Madeira e mobiliário	(lum)	-	2,001	-	-
Papel, celulose e indústria gráfica	(ppp)	-	-	-	-
Químicos, indústria da borracha e plástico	(crp)	2,5	6	5	5
Manufaturados: minerais não metálicos, metalmeccânica, mineração, indústrias diversas	(man)	1	1	0,75	0,75
Eletricidade, gás, distribuição de água	(siu)	-	-	0,295	0,295
Construção	(cns)	-	-	0,295	0,295
Comércio	(trd)	-	-	0,295	0,295
Transporte	(otp)	-	-	0,295	0,295
Serviços e administração pública	(adm)	-	-	0,295	0,295

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A fim de verificar se o modelo proposto possui resultados robustos, no próximo capítulo é demonstrada a análise de sensibilidade do modelo sobre as elasticidades de substituição entre modais nas funções *ytbr\_gsa\_r* e *ytbr\_cg\_r*. Para tanto, busca-se comparar os resultados de variáveis endógenas importantes analisadas nos resultados, como o *share* dos modais na matriz de transporte das grandes regiões e o PIB, com variação nas elasticidades *default* (apresentadas na Tabela 2) e as elasticidades calculadas no estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020).

### 3.3 SIMULAÇÃO DO PROGRAMA BR DO MAR

Com o objetivo de verificar quais os possíveis efeitos e tendências que a execução do Programa BR do Mar exerceria sobre a matriz de transportes de cargas e nas rotas inter-regionais no Brasil, foi elaborado cenários baseados nas propostas do programa, os quais são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Cenários simulados com base nas propostas do Programa BR do Mar

Cenários	Propostas BR do Mar (Eixos temáticos)		Variável de Choque	%
Experimento 1	CUSTOS	<i>Bunker</i> (equiparação à exportação em Lei - isenta ICMS).	$tr\_tax(j, "cabot", bra, bbra)$	Redução de 18%
Experimento 2	FROTA	Ampliação da frota.	$tr\_ef(j, "cabot", bra, bbra)$	Baixa - 5% Média - 10% Alta* - 15%
	PORTO	Agenda de modernização portuária SNPTA (terminais com uso pela cabotagem). Implantação e aditivos/novos investimento em TUP's. Mapeamento/otimização de processos da cabotagem.		
Experimento 3	Unificação dos experimentos (1+2*).		$tr\_tax(j, "cabot", bra, bbra) + tr\_ef(j, "cabot", bra, bbra)$	redução de 18% (ICMS) + eficiência 15%

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O experimento 1 baseia-se na desoneração tributária, proposta pelo Programa, e como uma forma de redução de custos na operação do transporte de cabotagem. Assim, de acordo com o modelo PAEG-TLOG, pode-se efetuar modificações no parâmetro  $tr\_tax$ , que reflete os impostos e as taxas sobre os modais no transporte inter-regional, o que possibilita simular políticas de desonerações fiscais por meio de impostos e/ou taxas em cada tipo de modal e/ou em cada região brasileira do modelo. Dessa forma, buscou-se simular a desoneração de ICMS sobre o combustível (*bunker*) na cabotagem, que compõe o eixo temático de Custos, equiparando à isenção na exportação, o que refletiria em uma redução de 18%<sup>20</sup> de ICMS para o setor.

O Programa BR do Mar, além de propostas que visam reduzir diretamente os custos por meio das desonerações, simulada anteriormente, busca diminuir os custos do transporte e torná-lo mais atrativo por meio de um aumento de eficiência do modal. Com as medidas propostas para o aumento da frota e, em consequência, a geração de um aumento da oferta do setor, assim como outras medidas para otimização dos processos e modernização dos terminais utilizados pela cabotagem, foi desenvolvido o experimento 2, o qual utiliza do parâmetro  $tr\_ef$ , que reflete ganhos de eficiência nos modais do modelo, impactando diretamente em uma redução dos custos. Este experimento foi realizado em três níveis de eficiência (baixa, média e alta)<sup>21</sup>, simulando níveis de intensidade dos impactos das propostas do programa no modal.

<sup>20</sup> Para maiores detalhes ver EPE (2019).

<sup>21</sup> No programa BR do Mar não há metas quanto ao número absoluto de aumento de eficiência e, dessa forma, os níveis de eficiência utilizados no experimento 2 basearam-se em outros estudos que empregaram o MEGC e que visavam o aumento de eficiência no transporte, como Costa *et al.* (2007), Shibasaki *et al.* (2008), Tardelli (2013), Barry (2013) e Pontes *et al.* (2017).



Por fim, o experimento 3 é considerado um cenário mais otimista, no qual os experimentos 1 e 2 são realizados de forma conjunta, idealizando uma conclusão mais ativa das propostas do governo e havendo, assim, uma redução tributária para o setor de 18% e um aumento de eficiência de 15%.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os efeitos da aplicação do Programa BR do Mar por meio dos cenários desenvolvidos de desoneração fiscal e aumento de eficiência, derivados das propostas do programa, sobre a economia brasileira. A discussão tem como objetivo avaliar os potenciais efeitos sobre a matriz de transporte inter-regional de cargas, a economia doméstica, com enfoque em variáveis macroeconômicas, como o PIB, a produção setorial, o nível de bem-estar das regiões, além de verificar os efeitos sobre o fluxo de comércio brasileiro.

Para melhor visualização e discussão dos resultados, o presente capítulo está dividido em duas seções: efeitos sobre a matriz de transporte e rotas inter-regionais de cargas e efeitos sobre a Economia Brasileira (PIB, bem-estar e comércio).

### 4.1 EFEITOS SOBRE A MATRIZ DE TRANSPORTES E ROTAS INTER-REGIONAIS DE CARGAS

Nessa seção, são analisados os principais resultados referentes aos cenários desenvolvidos, com base nos experimentos no modal de cabotagem, como forma de verificar os efeitos e as tendências da matriz de transporte de cargas e as rotas inter-regionais do Brasil devido às propostas contidas no Programa BR do Mar.

Inicialmente, são apresentados os efeitos dos experimentos sobre o uso do modal de cabotagem nas rotas inter-regionais no transporte de cargas e, posteriormente, são apresentados os reflexos na cabotagem e nos demais modais de transporte por meio da matriz de transporte de cada região. Estas análises e discussão são apresentadas conforme a região de origem das mercadorias e o tipo de carga transportada (CG e GSA).

#### 4.1.1 Efeitos sobre as Rotas Inter-Regionais

Nesta subseção são apresentados os resultados para os três experimentos realizados como forma de analisar os possíveis efeitos da aplicação do Programa BR do Mar sobre o transporte do modal de cabotagem nas rotas inter-regionais. Os efeitos da aplicação dos experimentos são apresentados na Tabela 3 e representam a variação percentual da participação do modal de cabotagem para cada rota inter-regional e por tipo de carga transportada.

Os resultados demonstram que para todos os experimentos haveria um aumento da participação do transporte de cabotagem para todas as rotas inter-regionais analisadas no modelo. Estes resultados, quando analisados de forma ampla, estão em sintonia com o estimado pela EPL (2021), que assinala resultados de uma ampliação na participação do transporte de cabotagem na matriz de transporte regional brasileira após o cenário da implementação do programa BR do Mar.

Tabela 3 - Variação (%) da participação do modal de cabotagem nas rotas inter-regionais após os experimentos

Regiões	Rotas O/D	Experimento 1		Experimento 2						Experimento 3	
				Baixa		Média		Alta			
		CG	GSA	CG	GSA	CG	GSA	CG	GSA	CG	GSA
Norte	NOR-NDE	1,5	-	4,2	-	8,9	-	14,0	-	15,6	-
	NOR-SDE	1,5	-	4,2	-	8,8	-	13,8	-	15,4	-
	NOR-SUL	1,5	-	4,2	-	8,7	-	13,6	-	15,3	-
Nordeste	NDE-NOR	1,2	4,0	3,5	3,3	7,2	8,9	11,2	16,5	12,4	21,4
	NDE-SDE	1,2	2,4	3,6	4,6	7,4	9,8	11,5	15,7	12,8	17,7
	NDE-SUL	1,2	3,0	3,5	4,6	7,3	9,9	11,3	15,8	12,6	17,9
Sudeste	SDE-NDE	1,5	4,7	4,2	5,4	8,7	11,2	13,6	17,4	15,2	20,4
	SDE-NOR	1,4	7,5	4,1	5,3	8,6	11,8	13,5	18,7	15,1	25,9
	SDE-SUL	1,4	3,0	4,1	5,2	8,6	10,9	13,5	17,4	15,1	19,5
Sul	SUL-NDE	1,8	-	5,1	-	10,8	-	17,1	-	19,2	-
	SUL-NOR	1,8	-	5,1	-	10,8	-	17,2	-	19,3	-
	SUL-SDE	1,1	-	3,3	-	7,0	-	11,3	-	12,8	-

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

Quando analisados os experimentos individualmente, destaca-se a maior magnitude dos efeitos gerados pelo experimento 3 para ambos os tipos de carga, justamente por considerar simultaneamente a desoneração fiscal e o aumento de eficiência do modal de cabotagem. É importante destacar que os efeitos gerados pelo experimento 1, que simula a desoneração fiscal por meio da redução do ICMS do combustível no modal de cabotagem, são positivos. No entanto, são menores do que os resultados observados no experimento 2 em todos os seus níveis, que simula um aprimoramento de eficiência do modal de cabotagem.

As diferenças resultantes dos choques de redução tributária (subsídio) e de eficiência são esperadas, pois a redução tributária cria uma diferença artificial entre o preço de venda do bem e o preço que o consumidor paga pelo bem, enquanto o choque de eficiência aumenta a produtividade, ou seja, permite gerar mais produto (ou serviço) com menos recurso (ou menos gasto). Os efeitos de equilíbrio geral também são diferentes e, como os diferentes modais concorrem entre si e o setor/consumidor escolhe entre eles, os preços da cabotagem em um cenário de redução tributária, não necessariamente, vão alterar na mesma direção que os preços da cabotagem em um cenário de ganho de eficiência.

Outro resultado importante das simulações se refere aos impactos diferenciados quanto ao tipo de carga transportada. Em relação ao transporte de GSA nas regiões em que ocorre este tipo de transporte (Nordeste e Sudeste)<sup>22</sup>, os efeitos seriam maiores em relação à CG, em todas as rotas inter-regionais e em todos os cenários. Na região Sudeste, no experimento 3, por exemplo, haveria aumento da participação do modal de cabotagem no transporte de GSA superior a 19% em todas as rotas inter-regionais, chegando a 25,9% nas cargas com destino ao Nordeste. Já no transporte CG, os efeitos seriam menores e mais homogêneos entre as rotas inter-regionais, mas com variações mais expressivas nas cargas tendo como origem o Sul.

Quando analisados os resultados dos experimentos, conforme a região de origem das cargas, o Norte apresenta apenas o transporte de CG e o impacto nas rotas inter-regionais seria homogêneo com efeitos positivos para a redução de tributos sobre o combustível para o setor de cabotagem variando de 1,5% (experimento 1) a 15,6% (experimento 3). Na rota NOR/NDE, o transporte de bauxita do Pará ao Maranhão é mencionado como uma rota importante por Martins (2019) e, de acordo com o autor, este transporte viabiliza a cadeia produtiva do alumínio nos respectivos estados. O PNL (2020) destaca a movimentação de contêineres com produtos de alto valor agregado produzidos na Zona Franca de Manaus, na rota Manaus-Santos (NOR/SDE), e conforme EPL (2021), com a implementação do BR do Mar, há o potencial de reduzir o custo operacional em R\$/tku<sup>23</sup> do transporte por cabotagem de contêineres em cerca de 15%, o que o torna o modal mais atrativo na região.

O Nordeste origina os dois tipos de cargas, CG e GSA, obtendo resultados mais significativos para GSA, conforme já destacado. No que se refere a GSA, os efeitos variariam de 2,4% (experimento 1) a 21,4% (experimento 3). Para CG, a rota NDE/SDE apresentaria crescimento entre 1,2% (experimento 1) e 12,8% (experimento 3). De acordo com Martins (2019), o transporte de produtos florestais, como madeira e celulose, destaca-se nesta rota, tendo como origem a Bahia e destino o Espírito Santo, abastecendo a indústria do papel na região, assim como o transporte de sal na rota do Rio Grande do Norte para o Porto de Santos, que serve para consumo e insumo para itens da indústria de base, como cloro e alimentos pré-prontos.

---

<sup>22</sup> As regiões Norte e Sul não apresentam resultados por não realizarem o transporte inter-regional de GSA por meio de cabotagem.

<sup>23</sup> É uma unidade utilizada em transporte para mensurar o esforço físico. O valor é obtido a partir da multiplicação da tonelagem transportada pela distância percorrida.

As rotas inter-regionais do Sudeste apresentam os dois tipos de cargas, GSA e CG, para o modal de cabotagem. Os resultados para GSA seriam mais expressivos e apresentariam efeitos diferenciados de acordo com as rotas, com destaque para o Norte como destino, que em todos os experimentos apresentaria o maior impacto positivo entre as rotas, variando entre 7,5% (experimento 1) até 25,9% (experimento 3). EPL (2021) destaca a rota SDE/NDE por meio dos Portos de Santos e Suape com possibilidade de redução do custo operacional, em R\$/tku, em torno de 14%. A rota com destino ao Sul apresentou os menores efeitos. No entanto, poderia gerar um aumento do modal de cabotagem de 19,5%. A rota SDE/SUL, por meio dos Portos do Espírito Santo e de São Francisco do Sul (SC), apresenta como destaque o transporte de bobinas, abastecendo a indústria metalúrgica do sul do Brasil (EPL, 2021).

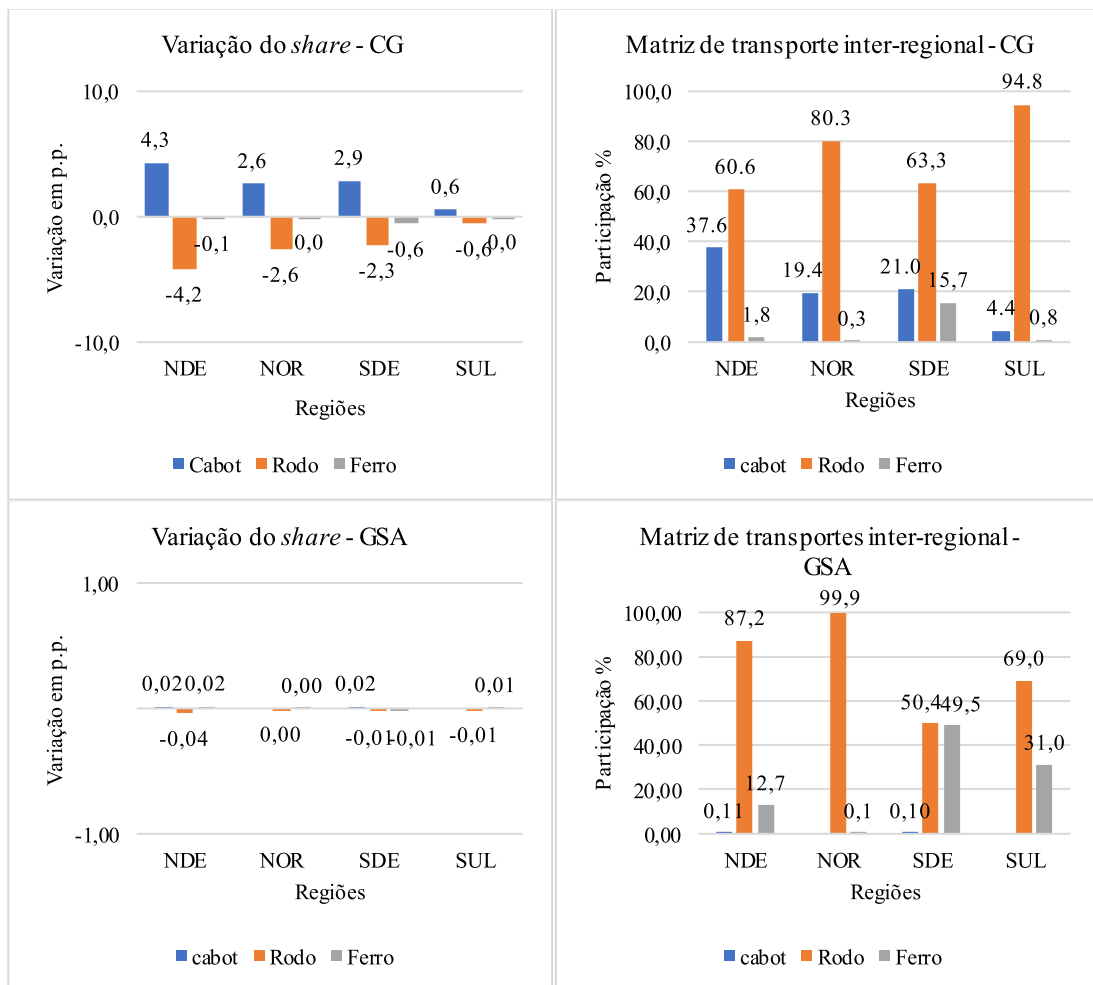
O modal de cabotagem com origem na Região Sul apresenta somente o transporte do tipo CG e dentre todas as regiões analisadas é a que apresentaria os maiores efeitos em termos de variação percentual da participação do modal em suas rotas, com o nível mais alto na rota SUL/NOR variando de 1,8% (experimento 1) a 19,3% (experimento 3). Destaca-se a rota SUL/NDE como consolidada, segundo Martins (2019), no transporte de arroz em contêineres, com origem no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, com destino para os estados do Ceará e de Pernambuco, e que obteria, após o experimento 3, variação positiva de 19,2%.

#### 4.1.2 Efeitos sobre a Matriz de Transporte Inter-Regional

Para a análise dos reflexos da aplicação do Programa BR do Mar sobre a matriz de transporte inter-regional brasileira, analisando os impactos não somente no transporte do modal de cabotagem, mas também verificando os possíveis reflexos nos demais meios de transporte de cargas analisados, optou-se pela análise dos resultados derivados do experimento 3, pois este apresenta a simulação dos experimentos 1 e 2 conjuntamente, como abordado no capítulo de metodologia.

Os efeitos na cabotagem e nos demais modais por meio da matriz de transporte de cada região são demonstrados na Figura 6 e os resultados são apresentados em forma de variação do *share* de cada modal na matriz. Eles representam a variação em pontos percentuais (p.p.) de cada modal de transporte nas regiões após a realização do experimento 3, assim como os resultados após a simulação da matriz inter-regional de cada região.

Figura 6 - Efeitos do Programa BR do Mar sobre a matriz de transporte inter-regional após a realização do experimento 3



Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

É possível perceber que, embora a variação percentual nas rotas inter-regionais devido ao BR do Mar tenha sido maior para GSA, como destacado na seção anterior, o efeito sobre o *share* do modal de cabotagem seria muito baixo, dada a pequena participação desse modal nesse tipo de carga no país. Já para CG, o impacto seria muito mais significativo, pois esse modal já apresentava uma representatividade maior antes dos experimentos. Além disso, nesse tipo de carga há uma clara substituição do transporte rodoviário pelo de cabotagem.

Os resultados demonstram que o Nordeste apresentaria a maior variação da participação da cabotagem para CG na matriz de transporte inter-regional, com um crescimento de 4,3 p.p., seguido das regiões Norte e Sudeste, com um aumento de 2,6 p.p. e 2,9 p.p., respectivamente, e com o menor efeito o Sul, com 0,6 p.p. Por sua vez, as mudanças no *share* para o tipo de carga de GSA não passariam de 0,02 p.p. nas regiões onde ocorrem o transporte de cabotagem para esse tipo de produto, que são Nordeste e Sudeste. Efeitos positivos sobre a movimentação do

transporte de cabotagem após estímulo ao modal também são encontrados no estudo de Francois *et al.* (1996) para os EUA, em que a remoção das restrições impostas ao modal de cabotagem, simuladas pelos autores, reduz o preço doméstico dos serviços de cabotagem, causando um ligeiro aumento no volume do tráfego deste setor em 2,2%. Em contrapartida, no estudo de Betarelli Jr. e Domingues (2013), a política de redução de fretes simulada no transporte de cabotagem contribuiu para a expansão da atividade econômica e para a redução dos preços internos e dos custos de produção na economia, porém os efeitos positivos gerados para a economia brasileira em todos os experimentos realizados pelos autores foram acompanhados, em contrapartida, pela compressão do setor de cabotagem.

Estes resultados, analisados de forma regionalizada, apontam que o Nordeste, além de obter a maior variação do *share* (4,3 p.p.), seria o que alcança a maior participação do modal de cabotagem na matriz de transporte inter-regional, chegando a 37,6% para CG com o modal rodoviário (60,6%) e com o modal ferroviário (1,8%). Os resultados para GSA apontam que, apesar da expressiva variação percentual apresentada nas rotas anteriormente analisadas (chegando a 21,4% no experimento 3), a participação da cabotagem na região Nordeste seria pequena – somente 0,11% de participação após o experimento –, com predomínio do modal rodoviário (87%), seguido do modal ferroviário (12,7%). Importante destacar que a maior parte desse aumento da participação da cabotagem no Nordeste se daria em detrimento do modal rodoviário, equivalente a uma participação de, aproximadamente, 3,04 milhões de toneladas<sup>24</sup>, o que poderia levar a uma redução em torno de 132 mil<sup>25</sup> caminhões do tipo carreta nas estradas, percorrendo longas distâncias com origem nesta região.

O Sudeste apresenta a matriz inter-regional mais equilibrada entre as regiões. Verifica-se, após o experimento 3, que o modal rodoviário representaria 63,3%, seguido da cabotagem, com 21%, e ferroviário, em 15,7% do transporte de CG. Para GSA, apesar do efeito positivo sobre este transporte, a participação da cabotagem ainda seria muito pequena, 0,10% da matriz. Assim, a cabotagem na região Sudeste ganharia mercado sobre o modal rodoviário equivalente a 4,5 milhões de toneladas, o que representaria uma redução em torno de 194 mil caminhões circulando nas estradas.

---

<sup>24</sup> Este resultado é obtido por meio das quantidades informadas na Tabela 1.

<sup>25</sup> Este cálculo refere-se à simulação da migração de cargas do modal rodoviário para o modal de cabotagem, correlacionado a um caminhão do tipo carreta, que transporta em média um contêiner de 20 pés ou 23 toneladas de mercadoria.

As regiões Norte e Sul apresentam movimentação de cabotagem apenas para CG e a maior participação do modal rodoviário na matriz (80,3%, Norte; e 94,8%, Sul). No entanto, na região Norte, a cabotagem passaria a representar 19,4% da matriz de transporte, enquanto na região Sul apenas 4,4%, após o experimento 3. Assim como nas demais regiões, os ganhos de mercado verificados pelo aumento de movimentação do modal de cabotagem se dariam sobre o modal rodoviário, equivalentes, para as duas regiões juntas, a aproximadamente 2 milhões de toneladas, o que poderia levar a uma redução em torno de 85 mil caminhões nas estradas para o transporte inter-regional de longas distâncias.

A partir dos resultados observados na matriz de transportes e nas rotas inter-regionais de cargas, se busca analisar os principais efeitos de tais experimentos sobre a economia brasileira, identificando os impactos setoriais, principais mudanças macroeconômicas e os possíveis efeitos *spillovers* no comércio internacional brasileiro.

## 4.2 EFEITOS SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA

Os efeitos da aplicação do Programa BR do Mar sobre a economia brasileira e o bem-estar doméstico são apresentados nesta seção, destacando, primeiramente, os efeitos sobre a produção setorial, divididas nos setores agropecuário, manufatureiro e de serviços, e, em seguida, a análise sobre os desdobramentos dos efeitos do programa no PIB e sua decomposição e o bem-estar nas grandes regiões brasileiras. Destaca-se que todos os resultados apresentados e discutidos nessa seção são derivados da aplicação do experimento 3<sup>26</sup>.

### 4.2.1 Efeitos sobre a Produção Setorial no Brasil

Após a análise dos reflexos sobre a matriz de transporte inter-regional com a aplicação do programa BR do Mar, se verificam, primeiramente, os efeitos sobre os setores produtivos da agropecuária nacional nas grandes regiões do Brasil. Os resultados apresentados na Figura 7 demonstram que as regiões Centro-Oeste e Sul possuiriam redução nos níveis de atividade produtiva após o experimento, e as regiões Nordeste, Norte e Sudeste apresentariam resultados heterogêneos, onde o Nordeste apresentaria o maior número de setores agropecuários com efeitos positivos após o experimento. Estes resultados corroboram com os efeitos gerados sobre a matriz de transportes dessas regiões, onde o transporte de GSA por cabotagem obteria avanços

---

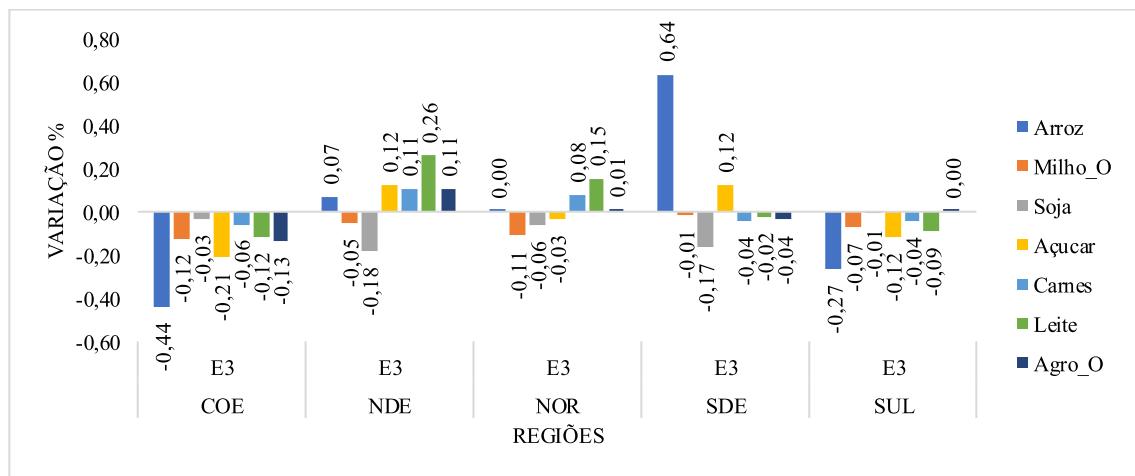
<sup>26</sup> Os resultados setoriais com todos os experimentos estão disponíveis no Apêndice C.



positivos apenas nas regiões Nordeste e Sudeste, que são as únicas que originam o transporte por cabotagem com este tipo de produto.

Os resultados indicam que estas regiões, que tiveram aumento em seu nível de atividade agropecuária, alcançariam ganhos de competitividade dos setores intensivos nesse modal, seja porque originam este tipo de produto, nos casos do Nordeste e do Sudeste, como também, no caso da região Norte, que é a região de destino que mais impactada positivamente nos experimentos.

Figura 7 - Variação % da produção dos setores da agropecuária nas grandes regiões brasileiras



Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

O setor do arroz apresentaria um deslocamento da produção para a região Sudeste (0,64%) e Nordeste (0,07%), recuando nas regiões Centro-Oeste (-0,44%) e Sul (-0,27%). No setor de açúcar haveria um aumento na produção nas regiões Nordeste e Sudeste (ambas em 0,12%), com o recuo nas demais regiões brasileiras. Os setores de milho e de soja teriam efeitos de redução na produção nacional para todas as regiões, com destaque para o recuo da soja nas regiões Nordeste e Sudeste, assim como para o milho nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sul. A pecuária (carnes e leite) teria um aumento positivo em sua produção nas regiões Norte e Nordeste, enquanto nas demais regiões haveria redução na atividade destes setores.

Os efeitos positivos ocorreriam por esses setores e regiões se tornarem mais atrativos pelo maior avanço do modal de cabotagem, com custos mais baixos de transporte, assim como esses setores teriam maior possibilidade de migrar suas cargas para outros modais, como apresentado nas elasticidades de substituição no capítulo anterior. Além da possível migração da atividade econômica para outros setores econômicos que passam a ser mais competitivos em cada região, haveria a mobilidade dos fatores de produção, capital e trabalho, que acabariam migrando para as regiões mais atrativas.

Estes resultados para os setores agropecuários, de certa forma, vão ao encontro com o que foi identificado no estudo de Betarelli Jr. e Domingues (2013), principalmente no caso da soja, que apontam que entre os 25 setores mais prejudicados em nível nacional, após seus experimentos, apareceriam os setores de soja, café e fumo (nesta pesquisa inseridos em Agro\_O).

A partir dos resultados de mudança na atividade produtiva, identificando os setores que aumentariam/reduziriam sua produção, é possível verificar a mudança de preços domésticos destes setores após o modelo atingir o equilíbrio. Estes resultados nos preços domésticos são demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Mudança nos preços domésticos nos setores agropecuários nas grandes regiões brasileiras (%)

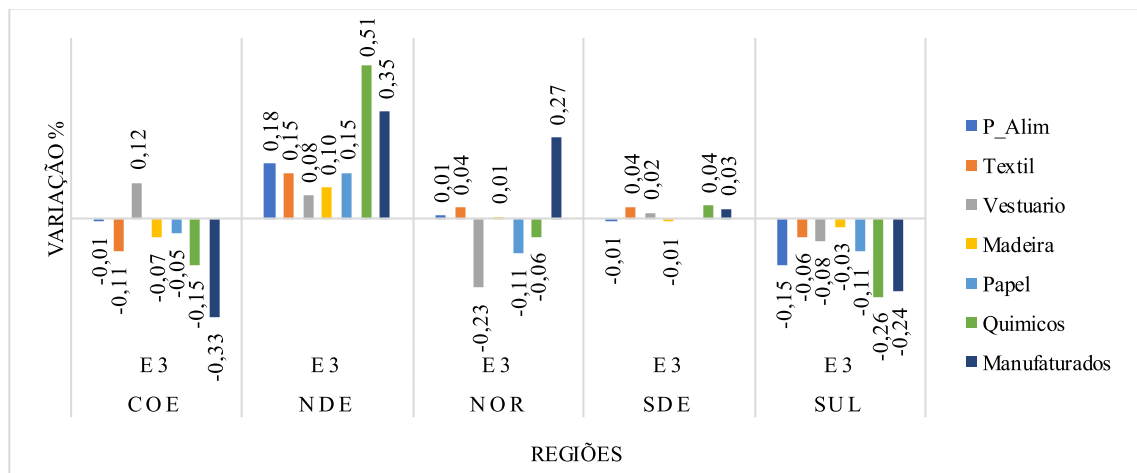
Setor	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Arroz	-0,056	0,037	-0,029	0,078	-0,019
Milho_O	-0,027	0,034	0,021	0,014	-0,019
Soja	-0,042	0,01	-0,032	0,021	-0,015
Açúcar	-0,08	0,037	0,013	0,019	-0,017
Carnes	-0,012	0,03	-0,017	0,025	-0,018
Leite	-0,035	-0,031	-0,008	0,009	-0,024
Agro_O	-0,013	0,016	0,009	0,007	-0,017

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

As regiões Norte e Sul apresentariam uma redução percentual dos preços em todos os setores agropecuários. As regiões Sudeste e Nordeste (exceção do setor de leite), por sua vez, obteriam variações positivas nos preços domésticos dos setores, refletindo o movimento analisado anteriormente de um maior nível de produção e, conseqüentemente, de demanda nessas regiões, elevando os níveis de preços destes setores.

Os setores de manufaturas apresentariam efeitos semelhantes aos vistos no setor de agropecuária nas grandes regiões, ilustrados na Figura 8, onde a região que obteria resultados positivos para todos os setores seria a região Nordeste, seguida da Sudeste e do Norte, que apresentariam efeitos positivos em quatro setores. As regiões Sul e Centro-Oeste (exceção do setor de vestuário) teriam resultados negativos na produção. Estes resultados seguem a tendência vista na matriz de transporte inter-regional na subseção 4.1.2, onde para o transporte de CG, as regiões Nordeste, Norte e Sudeste seriam as que apresentariam maior crescimento da participação do modal de cabotagem.

Figura 8 - Variação (%) da produção dos setores de manufaturas nas grandes regiões brasileiras



Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

Destacam-se entre os setores que obteriam maior crescimento após o experimento, o setor de químicos e de petróleo e gás, que é o maior demandante do transporte de cabotagem no Brasil e com grande participação na região Nordeste. Esses resultados se assemelham ao de Betarelli Jr. e Almeida (2013), que mostram efeitos positivos na atividade produtiva das indústrias de petróleo e gás e refino de petróleo. O setor de manufaturados apresentaria incrementos positivos nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, que movimentam produtos como sal e bauxita. Esses setores, nestas regiões, representam importantes rotas da cabotagem e fomentam a cadeia produtiva de alimentos e do alumínio, respectivamente.

A mudança nos preços domésticos nos setores manufatureiros é apresentada na Tabela 5 e é possível notar que a região Norte teria elevação de preço generalizada, com exceção do setor de químicos. Já o Sul apresentaria efeitos de redução de preços nos setores, com exceção de vestuário (0,01%). As regiões Nordeste e Sudeste obteriam efeitos semelhantes nos setores, com produtos alimentares, vestuário e madeira com mudanças percentuais positivas e demais setores com redução de preços.

A região Centro-Oeste apresentaria movimento inverso ao ocorrido nas regiões Nordeste e Sudeste, com redução dos preços nos setores de produtos alimentares, vestuário e madeira, e os demais setores teriam aumento dos preços, com destaque para químicos, que apresentaria um aumento de preços apenas na região Centro-Oeste.

Tabela 5 - Mudança nos preços domésticos nos setores de manufaturas nas grandes regiões brasileiras (%)

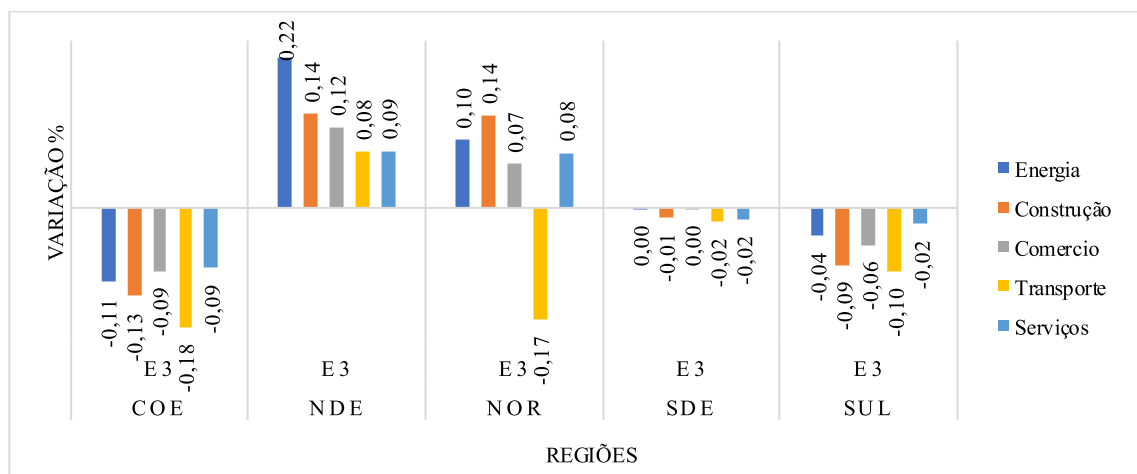
Setor	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
P_Alím	0,029	0,023	-0,011	0,019	-
Têxtil	0,016	-0,015	0,002	-0,007	-0,007
Vestuário	0,058	0,031	-0,031	0,006	0,011
Madeira	0,035	0,01	-0,008	0,009	-0,003
Papel	0,048	-0,03	0,003	-0,002	-0,021
Químicos	-0,031	-0,04	0,032	-0,014	-0,04
Manufaturados	0,018	-0,024	0,001	-0,004	-0,044

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

O setor de serviços conta com seis subsetores desagregados no PAEG-TLOG, e os efeitos gerados após o experimento 3 são visualizados na Figura 9. Percebe-se que é seguida a tendência encontrada nos resultados nos demais setores analisados. As regiões Nordeste e Norte (com exceção do setor de transportes) teriam um incremento na atividade produtiva. Destaque para a região Nordeste, com a maior mudança percentual ocorrida no setor de energia (0,22%) e com o maior impacto negativo no setor de transportes (-0,17%) na região Norte.

Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, os efeitos seriam negativos para a produção nos setores de serviços, onde a região Centro-Oeste apresentaria uma maior queda percentual na produção, destacando-se os setores de transportes (-0,18%) e de construção (-0,13%). Estes mesmos setores seriam destaques no Sul, com os maiores percentuais de queda. A região Sudeste apresentaria dois setores com efeitos nulos: energia e comércio. Os setores de construção, transportes e outros serviços, apesar de resultados negativos para a redução no nível de produção, teriam efeitos próximos de zero.

Figura 9 - Variação (%) da produção dos setores de serviços nas grandes regiões brasileiras



Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

O setor de transporte seria o mais afetado negativamente, principalmente pelo efeito de substituição. O transporte rodoviário de carga seria o que mais perderia com o programa de estímulo à cabotagem, pois ele é o principal concorrente deste modal. Devido ao processo de substituição, haveria a queda de demanda do modal rodoviário, gerando efeitos negativos nos demais serviços e setores vinculados ao transporte, em especial aqueles intensivos em trabalho e que fabricam peças, acessórios e equipamentos de transporte. Betarelli Jr. e Almeida (2013) encontram resultados similares, pois ao contrair as operações do transporte rodoviário de carga, a produção de caminhões e ônibus também se reduziriam significativamente, impactando negativamente no setor de transportes.

Com as mudanças no nível de produção dos setores de serviços, podem ser vistas as alterações nos níveis de preços nas regiões, como ilustrado na Tabela 6. Para a região Norte, o setor de transportes apresentaria efeito negativo para os preços e nos demais setores teriam efeitos positivos. Para a região Sul, apenas o setor de energia obteria redução de preço. As regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste apresentariam mudanças heterogêneas nos preços: a região Nordeste teria aumento dos preços nos setores de energia e outros serviços; na região Centro-Oeste, os setores de construção e de transportes teriam aumento; e na região Sudeste, os setores de construção e outros serviços apresentariam elevação.

Tabela 6 - Mudança nos preços domésticos nos setores de serviços nas grandes regiões brasileiras (%)

Setor	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Energia	-	0,001	-0,001	-0,002	-0,002
Construção	0,001	-0,006	0,008	0,003	0,018
Comércio	0,007	-0,01	-0,005	-	0,005
Transporte	-0,014	-0,003	0,004	-0,002	-
Serviços	0,024	0,025	-0,019	0,002	0,002

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

Os resultados setoriais encontrados com a aplicação do Programa BR do Mar, simulado nesta pesquisa, demonstram que os setores que teriam maior participação no transporte de cabotagem seriam aqueles que alcançam resultados mais positivos, pois se beneficiam de uma redução de custos deste transporte. Também seriam beneficiados aqueles setores que possuem menor participação, porém apresentam o efeito substituição do modal de transporte, principalmente do modal rodoviário migrando para a cabotagem, como visto na seção dos resultados nos efeitos sobre a matriz de transportes.

Estes resultados refletem nas regiões brasileiras analisadas, destacando as regiões Nordeste e Sudeste por serem as que demandam mais o setor de cabotagem para originar seus

transportes, assim como a região Norte, tendo como um importante destino na utilização deste modal. Esses efeitos sobre os setores impactariam diretamente nos valores gerados para o PIB e bem-estar, que são apresentados na próxima subseção. Importante destacar que apesar das regiões Centro-Oeste e Sul apresentarem resultados negativos não indicam que ao fomentar o transporte de cabotagem essas regiões irão ser prejudicadas, e sim, que as regiões mais intensivas nesse modal se tornam mais competitivas e devem atrair mais os fatores de produção capital e trabalho.

#### 4.2.2 Efeitos sobre o PIB e o Bem-Estar

Nesta subseção são apresentados os resultados gerados sobre o PIB e o bem-estar, referentes ao aumento de eficiência e de redução fiscal (experimento 3), assim como são apresentadas as variações dos componentes que contribuem para a formação do PIB. Para tanto, torna-se importante verificar a magnitude do efeito pós-experimento no PIB e seus componentes pela ótica da despesa, de forma a obter um maior ganho de explicação de seus ganhos ou perdas devido à aplicação do Programa BR do Mar.

Percebe-se que, após o experimento, o PIB brasileiro obteria um ganho percentual de apenas 0,01% com relação ao PIB inicial (pré-experimento), ou seja, em valores monetários esse percentual corresponderia a cerca de US\$ 320 milhões, resultado próximo ao encontrado para o bem-estar, onde o efeito para o Brasil também seria positivo e que equivale a US\$ 250 milhões (Tabela 7). Este efeito positivo sobre o bem-estar é encontrado no estudo de Francois *et al.* (1996), sendo que os autores assinalam que a redução do custo do transporte de cabotagem geraria um ganho de bem-estar de cerca de US\$ 3 bilhões para a economia dos EUA.

A magnitude dos resultados encontrados nesta pesquisa é pequena, por conta da mudança na vantagem comparativa entre setores implicar em ganhos para algumas regiões e perdas para outras, que não se beneficiam do transporte de cabotagem (COE, por exemplo). Além disso, estamos lidando com um choque relativamente pequeno em relação à economia como um todo (o segmento de cabotagem no transporte representa uma fração bem pequena do PIB do país). Além disso, podem ter sua magnitude reduzida em razão do modelo proposto ser de competição perfeita, retornos constantes de escala e de inferência estática quando comparado à abordagem de economias de escala e competição imperfeita já destacadas no capítulo de metodologia. Esse efeito positivo no PIB do Brasil também é encontrado no estudo de Betarelli Jr. e Almeida (2013), com o impacto de longo prazo sobre o PIB sendo de apenas 0,008% numa economia heterogênea, considerando a presença de economias de escala e concorrência

imperfeita em todos os setores analisados, e de 0,0076% em uma economia quase-competitiva, onde apenas o setor de cabotagem apresentaria retornos crescentes e os demais setores do modelo retornos constantes de escala, o que demonstra pequenas diferenças em termos de magnitude dos resultados encontrados.

Tabela 7 - Efeitos da aplicação do Programa BR do Mar sobre o PIB e o bem-estar no Brasil e nas grandes regiões

Regiões	PIB		Bem-Estar	
	%	US\$ (bilhões)	%	US\$ (bilhões)
BRA	0,01	0,32	0,01	0,25
COE	-0,12	-0,32	-0,13	-0,26
NDE	0,16	0,59	0,16	0,48
NOR	0,16	0,24	0,18	0,20
SDE	0,00	0,05	0,00	0,03
SUL	-0,05	-0,24	-0,06	-0,19

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

Os resultados regionais são importantes a serem analisados, principalmente, quando se trata de políticas nacionais pelo tamanho e pelas características heterogêneas que o Brasil possui entre suas grandes regiões. Com base nos resultados expostos, as regiões Nordeste, Norte e Sudeste possuiriam resultados positivos em termos de PIB e de bem-estar, com destaque para as duas primeiras regiões com aumento de 0,16% para o PIB.

No entanto, para as regiões Centro-Oeste e Sul, os resultados seriam de redução do PIB e de bem-estar, -12% e -0,05%, respectivamente, o que equivale em torno de US\$ 320 milhões de redução para a região Centro-Oeste e de cerca de US\$ 240 milhões para a região Sul. Para o bem-estar, ambas regiões apresentariam resultados semelhantes aos impactos vistos no PIB em termos percentuais: a região Centro-Oeste teria uma redução aproximada de US\$ 260 milhões (-0,13%) e a região Sul teria um efeito negativo em torno de US\$ 190 milhões (-0,06%).

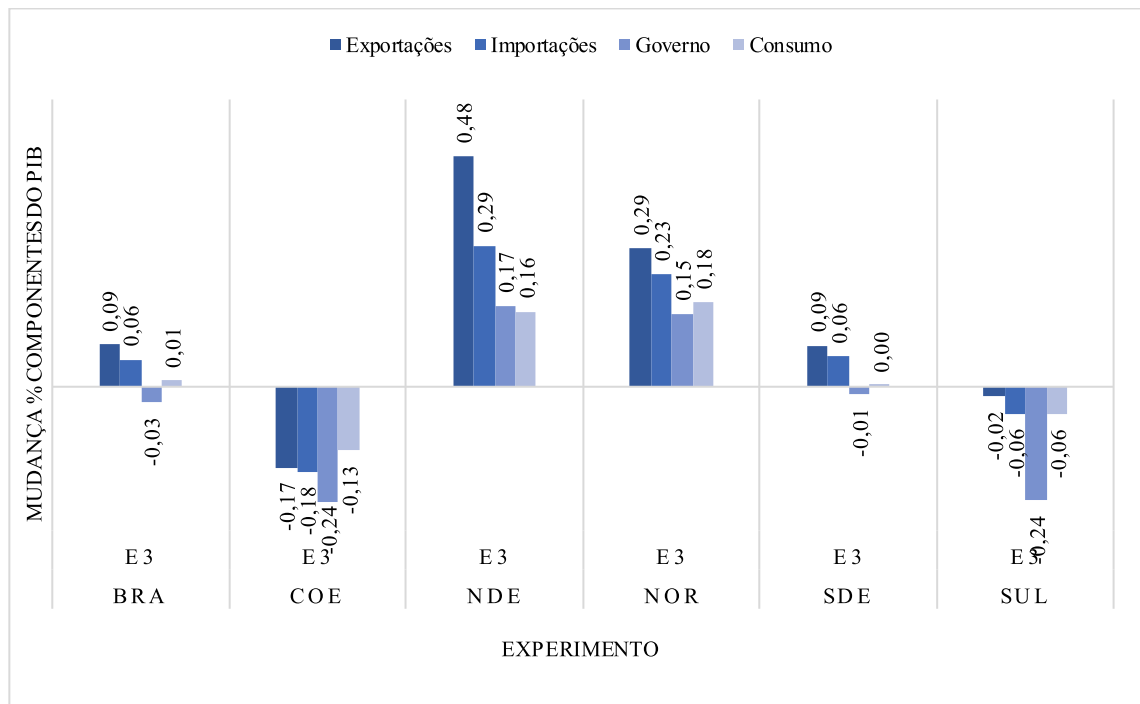
Percebe-se que, ao analisar o PIB pela ótica da demanda<sup>27</sup>, demonstrada na Figura 10, os componentes que teriam uma maior mudança percentual, contribuindo para o crescimento do PIB do Brasil, seriam as exportações (0,09%) e as importações (0,06%), o que corresponderia à cerca de US\$ 640 milhões (exportação) e de US\$ 480 milhões (importações)<sup>28</sup>. O único componente que teria uma redução percentual seria o governo (gastos), com -0,03%,

<sup>27</sup> No modelo PAEG-TLOG, os investimentos e os fluxos de capitais são mantidos fixos.

<sup>28</sup> Estes resultados direcionados ao comércio internacional brasileiro são discutidos na seção 4.3.

ou seja, em torno de US\$ 100 milhões, derivado principalmente da redução tributária incluída no experimento realizado.

Figura 10 - Efeitos sobre os componentes do PIB sob a ótica da demanda



Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

O comércio exterior na região Nordeste foi o que mais contribuiu para o crescimento do PIB da região, sendo 0,48% nas exportações e 0,29% nas importações, assim como o aumento no consumo e nos gastos do governo, 0,16% e 0,17%, respectivamente. Movimento semelhante ocorrido na região Norte, com variações positivas das exportações (0,29%), importações (0,23%), consumo (0,15%) e gastos do governo (0,18%). A região Sudeste obteria resultados pouco expressivos no incremento do PIB, apesar de ser positivo, destacando-se também os componentes de exportação e importação (0,09% e 0,06%), assim como uma redução na atividade do governo em cerca de -0,01%.

Centro-Oeste e Sul seriam as regiões que apresentariam retração do PIB. Destaca-se no Centro-Oeste a redução mais homogênea entre os componentes, com intensidade maior em termos de redução percentual nos gastos do governo (-0,24%). Para a região Sul, os gastos do governo seriam justamente os que mais contribuiriam para a contração do PIB, com -0,24%. Estes resultados refletiriam a redução no nível de atividade industrial e nos níveis de consumo, afetando negativamente as receitas do governo.



Os efeitos encontrados após a aplicação do BR do Mar, por meio dos experimentos, demonstram que ao buscar desenvolver a infraestrutura de transportes com o aumento de eficiência e a redução de custos, os efeitos gerados sobre o PIB e o bem-estar de forma agregada seriam positivos. Verifica-se que as regiões que utilizam mais o transporte de cabotagem seriam as mais beneficiadas.

#### 4.2.3 Efeitos sobre o Fluxo de Comércio Brasileiro

Nesta subseção são analisados os resultados sobre o fluxo de comércio do Brasil, com o objetivo de avaliar os efeitos que uma redução dos custos de transporte e um melhor equilíbrio da matriz de transporte inter-regional teria sobre os fluxos de comércio brasileiro. Esta análise torna-se importante após verificar os efeitos sobre a produção setorial e sobre o PIB, pois é possível analisar como foram distribuídos os fluxos de comércio entre as regiões do modelo, neste caso em específico, o comércio inter-regional e o que foi alocado para o comércio exterior com seus principais parceiros, seja por meio de aumento/redução das exportações ou importações de cada setor e região. Para tanto, os resultados completos que compõe essa discussão são apresentados no Apêndice D e aqui serão discutidos de acordo com os setores agropecuário, de manufaturas e de serviços, com destaque para as regiões brasileiras que originam os fluxos comerciais.

Primeiramente, ao analisar os efeitos sobre o fluxo de comércio inter-regional dos setores da agropecuária, o setor de arroz possuiria os maiores incrementos, partindo da região Norte para a região Nordeste e da região Centro-Oeste para a região Norte, com aumentos de 0,186% e de 0,548%, respectivamente. Quando observado o fluxo internacional desse setor, em específico as exportações, as regiões que obteriam os resultados mais positivos para seus parceiros internacionais seriam Norte, Centro-Oeste e Sul, o mesmo observado para o setor de soja. Em relação às importações de ambos os setores, todas as regiões teriam aumento significativo de seus parceiros comerciais, com destaque para Nordeste e Sudeste para o setor de arroz, que aumentariam 3,9% e 4,6%, respectivamente.

O setor de milho obteria redução no fluxo comercial inter-regional para todas as regiões, assim como para as exportações, com exceção das exportações da região Sul, com pequeno crescimento de 0,07% para todos os destinos. No entanto, as importações do setor apresentariam efeito positivo para todas as regiões. Já o setor de açúcar apresentaria redução no comércio inter-regional para todas as regiões, com exceção do Sudeste, que apresentaria um aumento do fluxo com destino ao Nordeste, assim como o aumento das importações deste setor para todas

as regiões, com destaque para a Sudeste, que aumentaria, em média, 2,5% após a aplicação do Programa BR do Mar.

O setor de carnes apresentaria aumento do fluxo inter-regional, principalmente, com destino às regiões Norte, Nordeste e Sudeste, assim como estas regiões apresentariam aumento nas importações. Para as exportações, a região Sul apresentaria incremento junto a seus parceiros comerciais. O setor de leite teria efeito positivo para as regiões Norte e Sul, tanto para o comércio inter-regional, quanto para as exportações, enquanto as regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste apresentariam aumento das importações. Em relação a outros setores agropecuários analisados, agrupados em Agro\_O, merece destaque a região Sul pelo aumento das exportações com média de 0,15% e o efeito positivo no comércio com as demais regiões brasileiras.

Para o setor de manufaturas, o setor de P\_Alim teria efeitos positivos com origem nas regiões Norte, Sudeste e Nordeste e, esta última região, mereceria destaque devido ao aumento de 2,6% e de 3,5% do comércio para as regiões Sul e Sudeste. No âmbito do comércio exterior, a região Sul é a única com efeito positivo nas exportações e as demais regiões possuem aumento das importações de seus parceiros comerciais, onde este mesmo efeito no comércio exterior das regiões é encontrado para o setor têxtil. Já o setor de vestuário teria resultados positivos quando os destinos fossem as regiões Norte e Nordeste, porém mereceria destaque o aumento do fluxo comercial das regiões Sudeste e Nordeste para a região Sul, em 6,18% e 3,55%, respectivamente.

Os demais setores de manufaturados, como madeira, papel, químicos e outros manufaturados, apresentariam efeitos similares quanto aos efeitos inter-regionais e mereceriam destaque o fluxo de comércio com origem na região Nordeste e com destino as regiões Norte, Sudeste e Sul para os químicos (1,78%, 2,14% e 1,77%) e o setor de outros manufaturados (2,9%, 2,48% e 1,25%). Quanto ao fluxo internacional, a região Sul seria a única região que apresentaria efeitos positivos para as exportações dos setores de madeira, papel, químicos e outros manufaturados.

O setor de serviços apresentaria efeito positivo quando o destino dos fluxos dos serviços fosse as regiões Norte e Nordeste, com destaque para o setor de energia (0,3% e 0,46%), e de comércio (0,23% e 0,28%) quando a origem fosse a região Sul, assim como os efeitos se mostrariam positivos para as exportações da região Sul e das importações originadas nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste para todos os setores de serviços.

Após a realização do experimento que simula o Programa BR do Mar e analisados os efeitos sobre o fluxo de comércio inter-regional e internacional, pode-se afirmar que as regiões

que apresentariam resultados mais positivos para o comércio inter-regional continuariam sendo o Norte, o Nordeste e o Sudeste, principalmente para aqueles setores ligados às manufaturas e aos serviços. Estes resultados corroboram com as análises feitas anteriormente, desde a análise dos impactos na matriz de transporte inter-regional, como também na produção setorial e seus desdobramentos nas variáveis macroeconômicas. Estes resultados demonstram que as regiões que mais se beneficiariam são aquelas que mais empregam o modal de cabotagem e, assim, se tornariam mais competitivas no mercado com a aplicação do Programa BR do Mar.

### 4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Com o intuito de testar a robustez dos resultados analisados nesta pesquisa, procedeu-se com a análise de sensibilidade dos mesmos. O objetivo foi de avaliar quão sensíveis são as soluções do modelo às variações nos valores de alguns parâmetros adotados, considerados de fundamental importância para os resultados encontrados, como a variação do *share* dos modais na matriz de transporte e o PIB das grandes regiões e do Brasil.

Para tanto, é rodado o modelo PAEG-TLOG para o cenário 3, em duas etapas, e utilizado o tipo de carga geral por apresentar em seus resultados uma maior mudança na participação do modal da cabotagem na matriz inter-regional de cargas. A primeira simulação utilizou as elasticidades *default* (apresentadas na Tabela 2), adaptadas do estudo de Vassallo (2015), e em níveis de +/- 50% do valor original da elasticidade. Por fim, utilizou-se as elasticidades calculadas no estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020)<sup>29</sup> a fim de comparar os resultados. Os resultados de ambas as etapas são apresentados na Tabela 8 e demonstram que não há mudanças significativas, apresentando alterações em pequena magnitude de cada modal e das regiões, assim como não há alteração dos sinais nos resultados após as simulações.

---

<sup>29</sup> As elasticidades do tipo CES utilizadas de estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020) foram adaptadas à base setorial do modelo PAEG-TLOG e são apresentadas no Apêndice E.

Tabela 8 - Análise de sensibilidade – mudança de *share* na matriz inter-regional

Regiões	Modal	Simulações			
		-50%	<i>Default</i>	+50%	<i>Betarelli et al.(2020)</i>
NDE	Cabotagem	4,16	4,31	4,37	4,16
	Ferroviário	-0,10	-0,11	-0,11	-0,11
	Rodoviário	-4,06	-4,20	-4,25	-4,05
NOR	Cabotagem	2,33	2,61	2,71	2,76
	Ferroviário	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	Rodoviário	-2,33	-2,60	-2,70	-2,75
SDE	Cabotagem	2,73	2,86	2,91	2,81
	Ferroviário	-0,56	-0,59	-0,60	-0,58
	Rodoviário	-2,17	-2,28	-2,31	-2,24
SUL	Cabotagem	0,43	0,56	0,62	0,62
	Ferroviário	0,00	0,00	0,00	0,00
	Rodoviário	-0,43	-0,56	-0,62	-0,62

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Outra análise realizada, seguindo as mesmas etapas anteriores, foi voltada à variação do PIB após as simulações. A Tabela 9 apresenta o resultado das simulações e se verifica que também não apresentam mudanças de magnitude significativas, com pequenas alterações quando observada as elasticidades *default* e suas variações. Da mesma forma, quando comparado às elasticidades do modelo *default* com as elasticidades do modelo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020) não há trocas de sinais e os resultados permanecem muito próximos e, para algumas regiões, os mesmos resultados, inclusive para o Brasil como um todo.

Tabela 9 - Análise de sensibilidade - mudança no PIB

Regiões	Simulações			
	-50%	<i>Default</i>	+50%	<i>Betarelli et al.</i>
NOR	0,14	0,16	0,17	0,18
NDE	0,16	0,16	0,16	0,15
COE	-0,12	-0,12	-0,12	-0,13
SDE	0,00	0,00	0,00	0,00
SUL	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
BRA	0,01	0,01	0,01	0,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados gerados por meio da análise de sensibilidade proposta não parecem ser capazes de alterar, ao menos qualitativamente, os resultados obtidos para a matriz de transporte inter-regional brasileira e para o PIB das grandes regiões e o Brasil, a partir das simulações realizadas. Dessa forma, considera-se que o modelo gera resultados robustos.

Portanto, após a realização dos experimentos e analisados e testados seus resultados, fica evidente que políticas que estimulem e aprimorem o transporte de cargas no Brasil, por meio de um aumento de eficiência e de desonerações fiscais, como analisado sobre o modal de cabotagem nesta pesquisa, desencadeariam efeitos positivos e um equilíbrio maior da matriz de

transporte inter-regional de cargas. Isto refletiria em efeitos positivos sobre o PIB e o bem-estar doméstico, além de elevar o consumo doméstico e aumentar a participação brasileira no comércio internacional.

## 5 CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi investigar a relação da logística portuária nacional e o comércio doméstico e externo brasileiro, analisando os possíveis efeitos da aplicação do Programa BR do Mar, do governo federal, que visa promover o aprimoramentos na logística de transportes do modal de cabotagem, e seus impactos sobre os setores econômicos nacionais e efeitos *spillovers* no comércio inter-regional e internacional do Brasil. Para tanto, foi desenvolvido um MEGC, denominado PAEG-TLOG, com base no modelo GTAP em sua versão 10, e que retrata a matriz de transporte inter-regional e suas respectivas rotas em quatro diferentes modais de transporte.

Este estudo contribui com a literatura empírica sobre o tema de infraestrutura de transporte, desenvolvendo o modelo PAEG-TLOG, de forma a construir a matriz de transporte inter-regional de cargas, com os principais modais e rotas inter-regionais. Ele possibilita análises de políticas destinadas aos modais de forma individualizada ou conjuntamente, verificando seus efeitos na matriz de transporte e nos demais setores da economia incorporada no modelo.

Os experimentos realizados focaram na isenção de ICMS (18% em média) no combustível *bunker* para a cabotagem, assim como foi construído um experimento que reflete o aumento de eficiência do modal proposto pelo programa em três níveis de eficiência: baixa (5%), média (10%) e alta (15%). Após, foi realizado o terceiro experimento, que contempla de forma concomitante os dois primeiros, de desoneração fiscal e de alta eficiência, buscando analisar os efeitos mais amplos das propostas.

Os resultados relacionados às rotas inter-regionais demonstraram uma diferença importante quando analisados os dois tipos de experimentos, desoneração fiscal e aumento de eficiência. Constatou-se que para todas as regiões e suas respectivas rotas inter-regionais de transportes, os efeitos de eficiência seriam maiores do que os de desoneração fiscal para o modal de cabotagem, assim como as regiões Nordeste e Sudeste apresentariam maiores impactos positivos para o GSA do que o CG em todas as rotas analisadas dessas regiões.

Para as regiões Norte e Sul, o modal de cabotagem possui rotas somente com CG e possui características diferenciadas em seus resultados. Para a Região Norte, os efeitos encontrados após os experimentos seriam positivos e equivalentes entre as rotas, de forma que as experiências realizadas teriam reflexos mais homogêneos. Para a Região Sul, os efeitos encontrados, derivados dos experimentos, seriam mais dispersos em suas rotas inter-regionais

e destaca-se a rota Sul-Norte, que apresentaria para todos os experimentos as maiores variações percentuais da participação da cabotagem na matriz de transporte inter-regional.

Os resultados demonstram que, após os experimentos, haveria o aumento da participação do modal da cabotagem e que a parcela de avanço seria mediante ganho de mercado do modal rodoviário, contribuindo, assim, com a pretensão do Programa BR do Mar, que é de equilibrar a matriz de transporte de cargas no Brasil e diminuir o excesso de caminhões nas estradas. Neste estudo, pode-se estimar uma redução de, aproximadamente, 9,5 milhões de toneladas sendo transportadas por caminhões, o que representaria cerca de 410 mil caminhões ao ano. Tal redução poderia reduzir os acidentes nas estradas, os custos com avarias e roubos de cargas e contribuir com menores níveis de poluição, que é outro aspecto importante e não abordado neste estudo.

Estes efeitos sobre a matriz de transporte inter-regional podem ser vistos nas atividades produtivas dos setores que são mais intensivos no transporte de cabotagem e são estes setores que obteriam resultados mais positivos, principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Norte. Nos setores da agropecuária, destaca-se o arroz, com resultados positivos nas regiões Sudeste e Nordeste. Por outro lado, a soja possuiria retração na produção para todas as regiões.

No setor de manufaturados, o setor de químicos apresentaria o maior ganho em produção, muito em função de uma das indústrias que mais se destacam neste setor, que é a indústria de petróleo e gás, assim como o setor de outros manufaturados, que apresentaria incrementos positivos nas regiões Nordeste e Norte do Brasil e que movimentam produtos como sal e bauxita, que representam importantes rotas da cabotagem nessas regiões. Para o setor de serviços, merece destaque o efeito negativo sobre o setor de transportes para todas as regiões (exceção para a região Nordeste), muito em função da redução da demanda do modal rodoviário, o que reflete na cadeia produtiva deste setor.

Estes efeitos setoriais são refletidos no avanço do PIB brasileiro, com aumento de 0,1%, assim como um incremento de bem-estar na mesma magnitude (0,1%). Estes resultados positivos são representados, principalmente, pelo incremento do comércio exterior brasileiro – 0,9% nas exportações e 0,6% nas importações –, o que corrobora com diversos autores que indicam que ao promover aprimoramentos na infraestrutura de transporte, reduzindo os custos, como por exemplo o chamado “Custo Brasil”, torna as empresas brasileiras mais competitivas, alcançando uma maior participação no comércio internacional.

Estes resultados, anteriormente citados, corroboram com os efeitos encontrados no fluxo de comércio inter-regional e internacional do Brasil, principalmente aqueles que indicam que as regiões Norte, Nordeste e Sudeste são as que apresentam maiores efeitos positivos no

comércio inter-regional, por serem as regiões que mais se beneficiam do aprimoramento do setor de cabotagem por meio da simulação do Programa BR do Mar, entretanto, o modelo por ser estático não capta efeitos dinâmicos de longo prazo, que poderiam ser benéficos as regiões menos favorecidas, como o Centro-Oeste e Sul, assim como a hipótese de mobilidade dos fatores de produção e a ausência de *spillovers* tecnológicos que exacerbam as perdas dessas regiões.

Em síntese, esta pesquisa contribui com a literatura sobre o tema, assim como com uma nova ferramenta de análise para as políticas públicas, o PAEG-TLOG, voltada ao desenvolvimento econômico e social brasileiro por meio da análise de aprimoramentos na infraestrutura de transporte, neste caso, o Programa BR do Mar. Conclui-se que, mediante um aumento de eficiência e de desonerações fiscais no modal de cabotagem, seria possível provocar efeitos positivos e um equilíbrio maior da matriz de transporte inter-regional de cargas no país, gerando efeitos positivos sobre o PIB e o bem-estar doméstico, assim como gerar maior consumo doméstico e aumentar a participação brasileira no comércio internacional.

No que tange às limitações do estudo, apesar de sua contribuição para a avaliação de políticas públicas voltadas à infraestrutura de transporte, outras análises mais aprofundadas devem ser feitas, como verificar quais seriam os efeitos após a implementação do programa BR do Mar sobre variáveis socioambientais, tais como o nível de emprego e a redução de CO<sub>2</sub>.

Pela ótica social, em específico a variável emprego, pode ser visto quais os possíveis desdobramentos no setor de transportes, principalmente aqueles ligados ao setor portuário/cabotagem e o setor de construção naval, assim como, o setor rodoviário, haja visto que este modal é subtraído no transporte de longas distâncias, como mensurado na presente tese. Além destes, verificar os possíveis efeitos sobre o meio ambiente, com a redução de poluição (CO<sub>2</sub>) derivado da substituição do transporte de cargas do modal rodoviário pelo modal de cabotagem, considerado mais eficiente do ponto de vista energético e menos poluente.

Por fim, modificações mais complexas no modelo proposto, podem ser analisadas, como a desagregação em nível estadual da matriz de insumo produto utilizada no modelo, e gerar uma maior riqueza de informações e efeitos sobre a economia brasileira, onde a navegação de cabotagem seria uma alternativa importante para distâncias menores, intrarregionais, entre capitais mais próximas, por exemplo, além da possibilidade de um detalhamento maior nos setores econômicos, proporcionando análises mais aprofundadas à realidade dos Estados e setores econômicos nacionais, contribuindo ainda mais com a literatura e com as políticas públicas voltadas para a infraestrutura de transportes.



## REFERENCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. Estatístico Aquaviário. 2021. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/>.
- ALMEIDA, Eduardo Simões; GUILHOTO, Joaquim José Martins. O custo de transporte como barreira ao comércio na integração econômica: o caso do Nordeste. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 38, n. 2, p. 224-243, 2007.
- ALMEIDA, Eduardo Simões; HADDAD, Eduardo Amaral; HEWINGS, Geoffrey JD. Transport–regional equity issue revisited. *Regional Studies*, v. 44, n. 10, p. 1387-1400, 2010.
- ANTAQ, Agência Nacional dos Transportes Aquaviários. Relatório Estatístico Semestral 1/2014, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2014. Disponível em: [http://www.antaq.gov.br/Portal/Relatorio\\_Estatistic\\_Semestral\\_2014/files/SNM/Informativo\\_Semestral\\_SNM\\_2014.pdf](http://www.antaq.gov.br/Portal/Relatorio_Estatistic_Semestral_2014/files/SNM/Informativo_Semestral_SNM_2014.pdf)
- ARITUA, B. Unlocking the Potential of Freight Logistics in India. World Bank, Washington, DC. World Bank, 2016.
- ASAI, Guilherme Augusto. Logística e ganhos de eficiência no serviço de transporte de cargas agropecuárias: tendências para a economia brasileira. Tese. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. 2019.
- ASSIS, C. P.; COSTA, LDV; HIRASSAKA, S. A. Infraestrutura logística Brasileira de transporte e o impacto na escoação de grãos exportados pelo Brasil. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, em línea, 2019.
- BALASSA, B. Exports and economic growth: further evidence. *Journal of Development Economics*. V. 5, p. 181-189, 1978.
- BALDWIN, Richard E.; VENABLES, Anthony J. Regional economic integration. *Handbook of International Economics*, v. 3, p. 1597-1644, 1995.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento a cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BANISTER, D.; BERECHAMAN, Y. Transport investimento and the promotion os economic growth. *Journal of Transport Geography*. Pergamon, Vol. 9, n.3. p. 2009-118, 2001.
- BARBIERI, A. C.; SILVEIRA, M. H. F.; SILVA, A. S. B. D. Custo-Brasil e Investimento Direto Estrangeiro: uma análise de suas relações. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 10., 2014, Rio de Janeiro: Anais... Rio de Janeiro: UFF, 2014. 1-21.

- BARRY, M. P. U.S. Global Logistics and Transport A Computable General Equilibrium Model. *Global Journal of Human-Social Science Research*, [S.l.], jan. 2014.
- BETARELLI JR, Admir Antonio; DOMINGUES, Edson Paulo; HEWINGS, Geoffrey John Dennis. 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.
- BRANCO, J. E. H.; CAIXETA FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H.; XAVIER, C. E. O.; PINHEIRO, M. A.; SOUZA, W. A. Otimização logística para o transporte multimodal de safras agrícolas no Brasil com foco no corredor Nordeste. *Revista econômica do nordeste*, v. 43, n. 1, p. 67-92, 2016.
- BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Precificação de óleo combustível marítimo para cabotagem. Nota Técnica DPG-SDB nº 01/2019. 2019.
- BRASIL. Empresa de Planejamento e Logística – EPL. Transporte inter-regional de carga no Brasil – Panorama 2015. Brasília, 2016.
- BRASIL. EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. – EPL. O BR do Mar e a Redução de Custos Logísticos. Artigo Técnico nº2. 2021.
- BRASIL. EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. – EPL. Plano Nacional de Logística 2025. 2020. Disponível em: <http://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>.
- BRASIL. Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. *Diário Oficial da União*, 2013.
- BRÖCKER, J., KORZHENEVYCH, A.; SCHÜRMAN, C. Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. *Transportation Research Part B*, Vol. 44, p. 795-811, 2010.
- BROOKE, A., et al. GAMS: A user's guide. GAMS Development Corporation, 1998. 262p.
- CAMPOS, Rodrigo Calabrich; HADDAD, Eduardo Amaral. Avaliação dos impactos espaciais do Sistema Viário Oeste–Bahia: uma abordagem a partir da modelagem de equilíbrio geral computável. *Revista Brasileira de Economia de Empresas*, v. 16, n. 2, 2016.
- CAMPOS NETO, C. A. S. “Investimentos e financiamentos na indústria naval brasileira 2000-2013”. In: CAMPOS NETO, C. A. S. e POMPERMAYER, F. M. Ressurgimento da indústria naval no Brasil: (2000-2013). Brasília, Ipea. 2014.
- CANDIDO, Rodrigo Lunguinho; DA SILVA SANTOS, Vanessa Érica; TAVARES, Fernanda Beatriz Rolim. O impacto econômico da greve dos caminhoneiros: uma análise jurídica, fática e econômica dos acontecimentos. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 1, p. e4681638-e4681638, 2019.

- CAPDEVILLE, A. Categorização dos gargalos de uma cadeia logística de transporte da safra agrícola. 2010. XV, 87 f. il. Dissertação (Mestrado em Transporte Urbano) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- CASTRO, N. Custos de Transporte e Produção Agrícola no Brasil: 1970– 1996. *Agricultura em São Paulo*, v. 49, p. 87-109, 2002.
- CHEN, Z. Economic Resilience to Transportation Failure: A Computable General Equilibrium Analysis. *Ssrn Electronic Journal*, jul. 2016.
- CHEN, Zhenhua; LI, Xinmeng. Economic impact of transportation infrastructure investment under the Belt and Road Initiative. *Asia Europe Journal*, v. 19, n. 1, p. 131-159, 2021.
- CHRISTALLER, W. *Central places in Southern Germany*. New Jersey: Prentice-Hall, 1966.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE – CNT (Confederação Nacional do Transporte), *Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil*. 2016. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imprensa/noticia/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE – CNT. *Boletim Estatístico*. Brasília, 2019.
- COSTA, R. F et al. Decreasing Brazil's Transportation Costs through Improvement in Infrastructure. A General Equilibrium Analysis on the Soybean Complex World Market. *Journal of Food Distribution Research*. Minnesota, v. 38, p. 28-35, 2007.
- DE AZEVEDO, André Filipe Zago; FEIJÓ, Flávio Tosi. Análise empírica do impacto econômico da ALCA e da consolidação do Mercosul sobre o Brasil. *Revista de Economia*, v. 36, n. 2, 2010.
- DJANKOV, S., FREUND, C., & PHAM, C. S. Trading on time [Working Paper N° 3909]. The World Bank Policy Research Working Paper, Washington, D.C., 39. 2006.
- DONALDSON, Dave. Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure. *American Economic Review*, v. 108, n. 4-5, p. 899-934, 2018.
- EBERTS, R. *Understanding the impact of transportation on economic*. 2000.
- ERHART, S; PALMEIRA, E. M. Análise do setor de transportes. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 1, p. 71, 2006.
- FALCÃO, V. A.; CORREIA, A. R. Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. *Journal of Transport Literature*, v. 6, n. 4, p. 133–146, 2012.
- FOCHEZATTO, A.; KOSHIYAMA, D.; ALENCASTRO, D. Testando relações de causalidade entre comércio externo e crescimento econômico em países da América Latina: evidências de dados em painel e séries temporais. *Revista Economia*, v. 11, n. 3, p. 597-629, 2010.

- FONSECA, Rafael Oliveira. A navegação de cabotagem de carga no Brasil. *Mercator* (Fortaleza), v. 14, p. 21-46, 2015.
- FRANCOIS, Joseph F. et al. Commercial policy and the domestic carrying trade. *Canadian Journal of Economics*, p. 181-198, 1996.
- FREITAS, F.N.P. “Estabilidade e Pleno emprego”: as origens do esquema de Kaldor para a análise da flutuação e do crescimento econômicos. *Revista de Economia Política*, v. 29, n. 1, p. 92-113, 2009.
- FREITAS, R. E; MENDONÇA, M. A. A; LOPES, G. O. Expansão de área agrícola nas mesorregiões brasileiras. *Revista de Política Agrícola*, v. 20, n. 1, p. 100-116, 2011.
- FUJITA, M; KRUGMAN, P. R; VENABLES, A J. *Economía espacial: las ciudades, las regiones y el comercio internacional*. Ariel, 2000.
- FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul R.; VENABLES, Anthony. *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press, 1999.
- GONZALEZ M. M.; TRUJILLO L. Reforms and infrastructure efficiency in Spain’s container ports. *Transportation Research Part A* 42. 243–257. 2008.
- GROSSMAN, G.M., HELPMAN, E. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- GURGEL, A. C; PEREIRA, M.W.G; TEIXEIRA, E.C. A estrutura do PAEG. PAEG Technical Paper No.1. Viçosa: Departamento de Economia Rural / Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- GURGEL, Antônio Costa; PEREIRA, Matheus Wemerson G.; TEIXEIRA, Erly Cardoso. A estrutura do PAEG. PAEG Technical Paper, n. 1, 2013.
- GURGEL, Antônio Costa; PEREIRA, Matheus Wemerson G.; TEIXEIRA, Erly Cardoso. A estrutura do PAEG. PAEG Technical Paper, n. 1, 2019.
- HADDAD, E. A. et al. Assessing the ex ante economic impacts of transportation infrastructure policies in Brazil. *Journal of development effectiveness*, v. 3, n. 1, p. 44-61, 2011.
- HADDAD, E. A. Retornos crescentes, custo de transporte e crescimento regional. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2004
- HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J.D. Transportation costs and regional development: em interregional CGE analysis. *Polices of Regional Competition*, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, p. 83-101, 2001.
- HELPMAN, Elhanan. International Trade in the Presence of Product Differentiation, Economies of Scale, and Monopolistic Competition: A Chamberlin-Heckscher-Ohlin Approach. *Journal of International Economics*, v. 11, pp. 305-340, 1981.

- HERTEL, T. W. *Global trade analysis: modeling and applications*. Cambridge university press, 1997.
- HIRSCHMAN, A. O. *Estratégia do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- ISARD, W. *Localization and Space Economy: A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade and Urban Structure*. Cambridge: MIT Press, 1956.
- ISMAIL, N. W.; MAHYIDEEN, J. M. *The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia*. 2015.
- KALDOR, N. The case for regional policies. In: TARGETTI, F. & THIRLWALL, A. *The Essential Kaldor*. New York: Holmes & Meier, pp. 311-326, 1970.
- KAWANO, B. R; MORES, G. V; SILVA, R. F; CUGNASCA, C. E. Estratégias para resolução dos principais desafios da logística de produtos agrícolas exportados pelo Brasil. *Revista de Economia e Agronegócio-REA*, v. 10, n. 1, 2015.
- KEIL, R; YOUNG, D. Transportation: the bottleneck of regional competitiveness in Toronto. *Environment and Planning C: Government and Policy*, v. 26, n. 4, p. 728-751, 2008.
- KIM, E.; HEWINGS, G. J.D. *An Application of Integrated Transport Network-Multiregional CGE Model II: Calibration of Network Effects of Highway*. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2003.
- KIM, E.; HEWINGS, G. J.D; HONG, C. *An application of transport-multiregional CGE model I: A framework for economic analysis of highway project*. REAL Technical Paper, 2002.
- KIM, E; HEWINGS, G. JD; AMIR, H. *Economic evaluation of transportation projects: An application of Financial Computable General Equilibrium model*. *Research in Transportation Economics*, 2016.
- KRUGMAN, P. *Geography and trade*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- KRUGMAN, Paul. *Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade*. *Journal of International Economics*, v. 9, no 4, pp 469-479. 1979.
- KRUGMAN, Paul. *Scale Economies, Product Differentiation and the Pattern of Trade*. *American Economic Review*, v. 70, pp. 950-959. 1980.
- KUSSANO, M. R; BATALHA, M. O. *Custos logísticos do escoamento do açúcar brasileiro para o mercado externo*. In: *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 29, 2009, Salvador. *Anais... . Salvador: Enegep*, 2009.
- LACERDA, S. M. *Navegação de cabotagem: regulação ou política industrial?* *BNDES Setorial*, n. 19, p. 49-66, mar. 2004.

- LEVCHENKO, A. A. Institutional quality and international trade. IMF Working Paper, n.04/231, 47 p., dez. 2004.
- LIMA, R. C. O uso corporativo do território pelo agronegócio e a questão da logística de transportes em Mato Grosso. 2015. 278 f., il. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- LIMÃO, N., e VENABLES, A.J. Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs and trade. *The World Bank Economic Review*, 15(3), 451-479. 2001.
- LOPES, B. F. R. Dinâmica da logística do milho brasileiro: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial. 2015. 76 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- LÓPEZ, R. A. Trade and growth: Reconciling the macroeconomic and microeconomic evidence. *Journal of Economic Surveys*, v. 19, n. 4, p. 623–648, 2005.
- LÖSCH, A. The economics of location. Yale United Press: New Haven, 1954.
- LUZ, E. M. Logística Portuária: projeto de modernização da bacia de evolução do porto de Itajaí. *Revista E-Tech: Tecnologias Para Competitividade Industrial*, p. 83–95, 2014.
- MACANN, P.; SHEFER, D. Location, agglomeration and infrastructure. *Papers in Regional Science, Urbana: Vol. 83, n.1, p.177-196*, 2004.
- MAČIULIS, Alminas; VASILIAUSKAS, Aidas V; JAKUBAUSKAS, Grazvydas. The impact of transport on the competitiveness of national economy. *Transport*, Vol 24, n 2, pp. 93-99.
- MÁRQUEZ-RAMOS, L. Port facilities, regional spillovers and exports: Empirical evidence from Spain. *Papers in Regional Science*, v. 95, n. 2, p. 329–351, 2014.
- MARTINS, Alexandre Sandre. Cabotagem brasileira: mapeamento da origem e destino das cargas: diagnóstico e perspectivas de crescimento. R. BNDES, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 321-365, dez. 2019.
- MEDEIROS, R. L. et al. Cenários logísticos alternativos para a cabotagem do estado do Amazonas utilizando simulação computacional. *Journal of Transport Literature*, v. 9, n. 1, p. 60–64, 2015.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (MDIC). Institucional. Estatísticas de Comércio Exterior. 2019.
- MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA – MINFRA. Programa de Estímulo ao Transporte de Cabotagem. BR do Mar. 2019. Acessado em: [http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2019/67ª-ro/app\\_br\\_do\\_mar\\_ctlog.pdf](http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2019/67ª-ro/app_br_do_mar_ctlog.pdf).

- MITSUTANI, C. A logística do etanol de cana-de-açúcar no Brasil: condicionantes e perspectivas. 2010. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MONTES, Gabriel Caldas; REIS, Artur Faria dos. Investimento público em infraestrutura no período pós- privatizações. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 20, n. 1, p. 167-194, 2011.
- MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. O transporte por cabotagem no Brasil – potencialidade para a intermodalidade visando a melhoria do fluxo logístico. *Revista Produção Online*, 11(2), 595-617. 2011.
- MTPA. Anuário Estatístico de Transportes 2010 – 2016. Anuário Estatístico de Transportes 2010-2016. Brasília: 2017.
- MYRDAL; G. Solidaridad o desintegración. (edição original) México, DF: Buenos Aires: Fondo de Cultura Econômica, 1961.
- NAZARETH, Marcos Spínola; GURGEL, Angelo Costa; VIEIRA, Wilson da Cruz. Federalismo Fiscal Market-Preserving: uma análise de Equilíbrio Geral Computável para o Brasil♦. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 49, p. 265-304, 2019.
- TAVARES, G. O. A Relação Dos Indicadores De Desempenho Da Logística Portuária Com Os Indicadores De Desempenho Da Logística Internacional. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, v. 11, n. 01, p. 80, 2018.
- OLIVEIRA, F. H.; JAYME, Jr. F. G.; LEMOS, M. B. Increasing Returns to Scale and International Diffusion of Technology: an empirical study for Brazil. *World Development*, v. 34, n. 1, p. 77-88, 2006.
- OLIVEIRA, M. A. S.; TEIXEIRA, E. C. Aumento da oferta e redução de impostos nos serviços de infra-estrutura na economia brasileira: uma abordagem de equilíbrio geral. *Revista Brasileira de Economia*, v. 63, n. 3, p. 183-207, 2009.
- ONO, Ricardo Terumichi. Estudo de viabilidade do transporte marítimo de contêineres por cabotagem na costa brasileira, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 2001.
- PACHECO, D. A. J; PEREIRA JR, J. L. Implicações e desafios da logística de transporte no agronegócio brasileiro. *Gestão Contemporânea*, v. 5, n. 2, 2015.
- PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C.; GURGEL, Â. C. Uma Análise Da Reforma Tributária Sobre a Economia E a Competitividade Setorial Das Macrorregiões Brasileiras. *Revista de Economia*, v. 40, n. 3, 2014.
- PINTO, Heverton Eustáquio; TEIXEIRA, Sônia Milagres; FERREIRA, Marcelo Dias Paes. Implicações econômicas da taxaço de exportações sobre agronegócio no Centro-Oeste brasileiro. *Interações (Campo Grande)*, v. 19, n. 3, p. 529-542, 2018.

- PONTES, R. P. et al. Redução de Custos de Transportes Sobre a Produção de Soja: uma aplicação de equilíbrio geral computável para as grandes regiões brasileiras. In: 55º Congresso da SOBER, 2017, Santa Maria. Anais do 55º Congresso da SOBER, 2017.
- PORTUGAL-PEREZ, A., & WILSON, J. S. Export performance and trade facilitation reform: hard and soft infrastructure [Working Paper N° 5261]. World Bank Policy Research. Washington, D.C. 2010.
- PORTUGAL-PEREZ, A.; WILSON, J. S. Export Performance and Trade Facilitation Reform: Hard and Soft Infrastructure. *World Development*, v. 40, n. 7, p. 1295–1307, 2012.
- PRESTON, J. Integrating with socio-economic activity: a research agenda for the new millennium Transport investimento and the promotion os economic growth. *Journal of Transport Geography*. Pergamon, Vol.9, n.1. p. 13-24, 2001.
- RIVERA-BATIZ, L. A.; ROMER, P. M. International trade with endogenous technological change. *European Economic Review*, 35:971-1001, 1991.
- ROBSON, Edward N.; WIJAYARATNA, Kasun P.; DIXIT, Vinayak V. A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 116, p. 31-53, 2018.
- ROMER, P. M. The origins of endogenous growth. *Journal of Economics Perspectives*, v. 2, n. 1, p. 3-22, 1994.
- RUTHERFORD, T. GAMS–MPSGE Manual. Unpublished Report, GAMS Development Corporation, Washington DC, 2005.
- RUTHERFORD, Thomas F. Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: An overview of the modeling framework and syntax. *Computational economics*, v. 14, n. 1, p. 1-46, 1999.
- RUTHERFORD, Thomas F.; PALTSEV, Sergey V. GTAPinGAMS and GTAP-EG: global datasets for economic research and illustrative models. University of Colorado, 2000.
- SÁ PORTO, P. C. DE. The Impacts of Transportation Infrastructure in Regional Trade in Brazil: a Spatial Approach using a Gravity Model. *Revista Econômica*, p. 101–120, 2018.
- SARQUIS, S. J. B. Comércio Internacional e Crescimento Econômico no Brasil. 2011.
- SCHALCH, E. J. Os gargalos logísticos das principais rotas de escoamento de grãos de soja do estado do Mato Grosso: um estudo de caso do complexo portuário Miritituba-Barcarena no Pará. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão e Inovação na Indústria Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.
- SHIBASAKI, Ryuichi; YONEMOTO, Kiyoshi; WATANABE, Tomihiro. On the effects of trade liberalization policies on regional economies based on” Transnational Interregional Input-



- Output Table between China and Japan. In: 11th Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki, Finland. 2008.
- SILVA, F. A. et al. Comércio internacional e crescimento econômico: uma análise considerando os setores e a assimetria de crescimento dos estados. *Nova Economia*, v. 28, n. 3, p. 807–848, 2018.
- TARDELLI, B. L. S. O escoamento de soja para exportação: Uma análise de Integração espacial de mercados e dos impactos da redução dos custos de transporte. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.
- TEIXEIRA, C. A. N. et al. Navegação de cabotagem brasileira. *BNDES Setorial*, Brasília, n. 47, pp. 395-397; 402-406 e 436, mar. 2018.
- TEIXEIRA, E. C.; GURGEL, A. C.; PARRÉ, J. L. P.; PEREIRA, M. W. G.; BRAGA, M. J.; AND LÍRIO, V. S. Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG-Brasil). Relatório Técnico Final de Pesquisa CNPq. 63p. 2008.
- THIRLWALL, A. P. The balance of payments constraint as an explanation of international growth rate differences. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, n. 128, Mar. 1979.
- TOMASSIAN, Georgina C; PERÉZ, Gabriel; SÁNCHEZ Ricardo. Políticas integradas de infraestrutura, transporte y logística: experiencias internacionales y propuestas iniciales. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, N° 150 (LC/L.3226-P/E), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2010.
- VASSALLO, Moisés Diniz. Análise de impactos econômicos setoriais e regionais decorrentes de investimentos em infraestrutura de transportes. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015.
- VENABLES, A. Equilibrium locations of vertically linked industries. *International Economic Review*, Vol. 37, n. 2, p. 341-59, 1996.
- VON THÜNEN, J.H. 1826. *The isolated state*. Oxford: Pergamon Press, 1966.
- WEBER, A. 1909. *Theory of the location of industries*. Chicago: Chicago University, 1969.
- WEF, World Economic Forum. *The Global Competitiveness Report 2019*. In: World Economic Forum. 2019.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - Identidade contábil dos demais componentes do modelo PAEG

Terra e recursos naturais são considerados fatores específicos de produção, ofertados por meio de uma função de elasticidade de transformação constante, que aloca fatores nos mercados setoriais. A oferta de fatores específicos de produção pode ser especificada a partir do problema de otimização, apresentado em:

$$\max_{dfm} \sum_j dfm_{sjr} ps_{sjr} \text{ sujeito a: } \Gamma_{sr}(dfm) = evom_{sr}$$

Em que  $\Gamma_{sr}$  representa a função CET. A elasticidade de transformação é representada, no modelo, pelo parâmetro  $etraef$ .

Serviços internacionais de transporte são fornecidos como uma agregação de serviços de transporte exportados pelos diversos países e regiões do modelo. A agregação de serviços de transporte é representada, no modelo, por um problema de minimização, como ilustrado abaixo. Utiliza-se uma elasticidade de substituição unitária (função Cobb-Douglas) para substituição entre transporte de diferentes origens.

$$\min_{dst} \sum_r py_{ir} dst_{ir} \text{ sujeito a: } T_i(dst) = YT_i$$

O consumo da administração pública é representado, no modelo, por uma agregação Leontief, entre bens compostos de parcelas domésticas e importadas. Os diferentes bens compostos não são substituíveis entre si, contudo, componentes domésticos e importados de cada bem respondem a preços e são substituíveis, como descrito anteriormente, pela elasticidade de substituição  $esubd_i$ .

## APÊNDICE B - Protocolo de desenvolvimento do Modelo PAEG-TLOG

O desenvolvimento do Projeto de Análise de Equilíbrio Geral da Economia Brasileira (PAEG-TLOG), que constrói a matriz de transporte inter-regional brasileira com quatro modais a partir do modelo elaborado, originalmente, por Teixeira *et al.* (2008), apresenta duas etapas: a de constituição da matriz de transporte de carga inter-regional nacional e a construção do modelo.

A primeira etapa caracteriza-se pela construção da matriz de transportes inter-regional de cargas do Brasil e, para tanto, utilizou-se da base de dados composta da matriz O/D das viagens de transporte inter-regional, desenvolvida pela Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL), vinculada ao Ministério da Infraestrutura, com a parceria do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Porém, para ser inserida no modelo, foi realizada a desagregação das quantidades totais fornecidas pela EPL por tipo de modal de transporte, sendo eles: rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem, além de quatro diferentes categorias de transportes: granel sólido agrícola – GSA (farelo de soja, milho em grãos, soja em grãos); granel líquido – GL (combustíveis, petroquímico); granel sólido não agrícola – GSNA (carvão mineral, cimento, minério de ferro e outros minerais); carga geral – CG (alimentos e bebidas processados, celulose e papel, outros da lavoura e pecuária, produtos básicos de borracha, plásticos e não metálicos, produtos da exploração florestal e da silvicultura e manufaturados).

Após a realização da compatibilização dos dados originais da EPL com o banco de dados (MIP) do modelo PAEG original, foi gerada a matriz O/D definitiva em termos de *share* por modal e tipo de carga. Notar que após este procedimento, ainda sim, permanece dividido em quatro tipos de cargas, o que posteriormente são desenvolvidos algoritmos, apresentados na sequência, para gerar apenas os dois tipos de carga utilizados nessa pesquisa: Carga Geral (Carga Geral, Granel Sólido Não Agrícola e Granel Líquido) e Granel Sólido Agrícola.

## B1 - Matriz O/D de Transporte Inter-regional do Brasil do PAEG-TLOG

Origem	Destino	Tipo	Rodo	Ferro	Hidro	Cabot
NOR	NOR	gsa	0,359	0,071	0,57	
		cg	0,293	0,116	0,416	0,175
		GSNA	0,19	0,348	0,35	0,112
		GL	0,258		0,405	0,337
	NDE	gsa	0,929	0,071		
		cg	0,709	0,116		0,175
		GSNA	0,54	0,348		0,112
		GL	0,663			0,337
	COE	gsa	1			
		cg	1			
		GSNA	1			
		GL	1			
	SDE	gsa	1			
		cg	0,825			0,175
		GSNA	0,888			0,112
		GL	0,663			0,337
SUL	gsa	1				
	cg	0,825			0,175	
	GSNA	0,888			0,112	
	GL	0,663			0,337	
NDE	NOR	gsa	0,785	0,214		0,001
		cg	0,421	0,225		0,353
		GSNA	0,324	0,675		0,001
		GL	0,12			0,88
	NDE	gsa	0,774	0,214	0,011	0,001
		cg	0,421	0,225		0,353
		GSNA	0,324	0,675		0,001
		GL	0,12			0,88
	COE	gsa	1			
		cg	1			
		GSNA	1			
		GL	1			
	SDE	gsa	0,785	0,214		0,001
		cg	0,647			0,353
		GSNA	0,999			0,001
		GL	0,12			0,88
SUL	gsa	0,999			0,001	
	cg	0,647			0,353	
	GSNA	0,999			0,001	
	GL	0,12			0,88	
COE	NOR	gsa	1			
		cg	1			
		GSNA	1			
		GL	1			
	NDE	gsa	1			
		cg	1			
		GSNA	1			
		GL	1			
	COE	gsa	0,74	0,256	0,004	
		cg	0,898	0,068	0,034	
		GSNA	0,874	0,024	0,102	
		GL	0,822	0,178		
	SDE	gsa	0,74	0,256	0,004	
		cg	0,966		0,034	
		GSNA	0,898		0,102	
		GL	1			
SUL	gsa	1				
	cg	1				
	GSNA	1				
	GL	1				
SDE	NOR	gsa	0,999			0,001

Origem	Destino	Tipo	Rodo	Ferro	Hidro	Cabot
SUL		cg	0,762			0,238
		GSNA	1			
		GL	0,329			0,671
	NDE	gsa	0,492	0,507		0,001
		cg	0,575	0,187		0,238
		GSNA	0,452	0,548		
		GL	0,329			0,671
	COE	gsa	0,493	0,507		
		cg	0,813	0,187		
		GSNA	0,452	0,548		
		GL	1			
	SDE	gsa	0,476	0,507	0,016	0,001
		cg	0,575	0,187		0,238
		GSNA	0,452	0,548		
		GL	0,329			0,671
	SUL	gsa	0,492	0,507		0,001
		cg	0,575	0,187		0,238
		GSNA	0,452	0,548		
GL		0,329			0,671	
SUL	NOR	gsa	1			
		cg	0,957			0,043
		GSNA	0,997			0,003
		GL	0,907			0,093
	NDE	gsa	1			
		cg	0,957			0,043
		GSNA	0,997			0,003
		GL	0,907			0,093
	COE	gsa	1			
		cg	1			
		GSNA	1			
		GL	1			
	SDE	gsa	0,662	0,338		
		cg	0,945	0,011		0,043
		GSNA	0,997			0,003
		GL	0,907			0,093
	SUL	gsa	0,656	0,338	0,006	
		cg	0,929	0,011	0,017	0,043
		GSNA	0,997			0,003
		GL	0,875		0,032	0,093

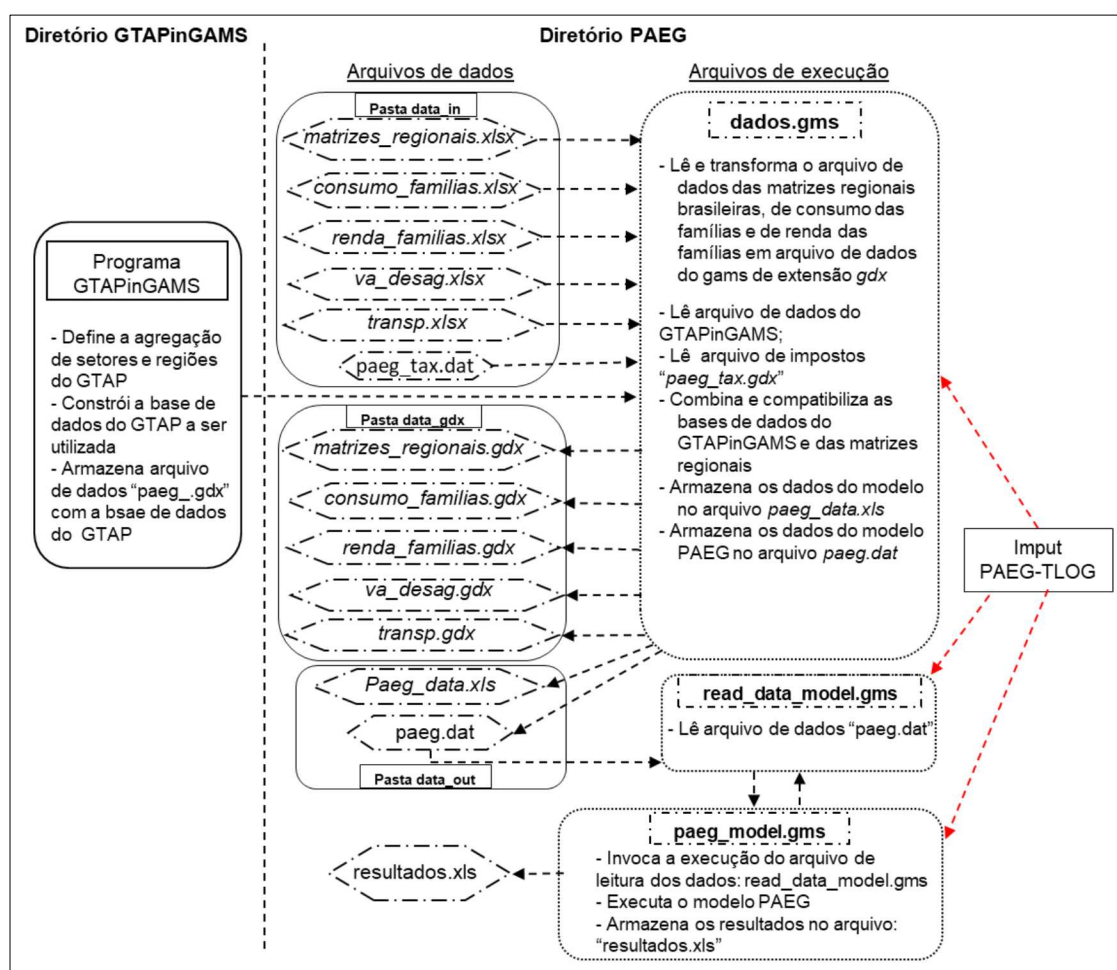
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Após o desenvolvimento da matriz de transportes inter-regional de cargas do Brasil, apresentados anteriormente, passa-se para a segunda etapa, de desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG proposto por esta tese, este sendo construído no software GAMS (*General Algebraic Modeling System*), próprio para o desenvolvimento e solução de modelos de otimização. Para tanto, este procedimento de modelagem foi construído através de inserções dos dados referentes às matrizes de transportes e das elasticidades de substituição (CES), e da adição de algoritmo no modelo original, de forma a caracterizar o modelo original com o transporte de cargas em quatro modais de transporte e suas respectivas rotas inter-regionais.

Para tanto, foi necessário efetuar alterações em arquivos de execução do modelo PAEG v 5.0 (original), o qual está organizado em diferentes pastas e arquivos, que representam as etapas da criação da base de dados e da implementação do modelo de equilíbrio geral. E além deste

diretório do modelo, existe outro, que se refere ao *GTAP10inGAMS*, que contém o programa *GTAPinGAMS* na sua décima versão, que representa a economia mundial para o ano de 2014, e que o modelo PAEG lê e compatibiliza as bases de dados internacional com as matrizes de dados regionais. Assim, para melhor entendimento, a Figura B2 apresenta o diagrama de fluxo de funcionamento do modelo PAEG original e destaca os arquivos que foram modificados, *Imputs PAEG-TLOG*, para o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG.

Figura B2 - Diagrama do fluxo de funcionamento do Modelo PAEG-TLOG



Fonte: Adaptado de Gurgel (2019).

Esses arquivos de execução, *dados.gms*, *read\_data\_model.gms* e *paeg\_model.gms*, que foram alterados, são responsáveis por diferentes etapas da leitura das bases de dados das matrizes de insumo-produto regionais brasileiras e das demais regiões, bem como dos dados de consumo das famílias brasileiras, compatibilização dessas bases de dados e leitura da base de dados compatibilizada pelo modelo de equilíbrio geral.

Para o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG foi realizada a adição de um novo algoritmo com as informações referentes ao transporte inter-regional em quatro modais nos três arquivos de execução, onde, primeiramente, foi realizado o procedimento no arquivo *dados.gms* que executa a função de ler, unir e compatibilizar os dados que compõe o programa.

Nesta etapa são inseridas informações como a participação de cada modal nas regiões e setores do modelo derivadas da matriz de transportes inter-regional e as elasticidades (CES) para representar a substituição entre modais nas funções *ytbr\_gsa\_r* e *ytbr\_cg\_r*, assim como criar alguns parâmetros dessas informações para utilização no modelo de equilíbrio geral. O item *a* apresenta o algoritmo desenvolvido nessa etapa, porém cabe ressaltar, que essa apresentação é apenas a adição ao modelo, não representando todo algoritmo contido no arquivo *dados.gms*.

#### a) Algoritmo desenvolvido para o PAEG\_TLOG em *dados.gms*

```

*** Brake-up transportation inside Brazil in 4 modals

* Map sectors to modals:

$ONTEXT
set prt product type /
    GSA      solid granel agriculture,
    GSNA     solid granel not agriculture,
    GL       liquid granel,
    CG       general
/;
$OFFTEXT

SET      GSA(I) /
    pdr,
    gro,
    osd,
    c_b/;

SET      CG(I) /
    oap,
    rmk,
    agr,
    foo,
    tex,
    wap,
    lum,
    ppp,
    crp,
    man,
    siu,
    cns,
    trd,
    otp,
    ser
/;

alias (gsa_,gsa), (cg_,cg);

```

```

set md modal type/
    road    transportation,
    rail    transportation,
    water   waterway transportation,
    cabot   cabotage transportation
/;

*** See how vtwr is distributed among products in each Brazilian region

parameter      vtwrbr_shr;

vtwrbr_shr(sub_r,sub_s,"gsa")$(sum(i, vtwr("otp",i,sub_r,sub_s))) = sum(gsa,
vtwr("otp",gsa,sub_r,sub_s))/sum(i, vtwr("otp",i,sub_r,sub_s));
vtwrbr_shr(sub_r,sub_s,"cg")$(sum(i, vtwr("otp",i,sub_r,sub_s))) = sum(cg,
vtwr("otp",cg,sub_r,sub_s))/sum(i, vtwr("otp",i,sub_r,sub_s));

display vtwrbr_shr;

table mod_shr(*,*,*) share of each modal in each region
      road    rail    water    cabot    tot
NOR.GSA    0.36    0.07    0.57    0.00    1.00
NOR.GSNA    0.19    0.35    0.35    0.11    1.00
NOR.CG     0.43    0.00    0.49    0.08    1.00
NOR.GL     0.26    0.00    0.41    0.34    1.00
NDE.GSA    0.77    0.21    0.01    0.00    1.00
NDE.GSNA    0.32    0.68    0.00    0.00    1.00
NDE.CG     0.82    0.00    0.00    0.18    1.00
NDE.GL     0.12    0.00    0.00    0.88    1.00
SDE.GSA    0.48    0.51    0.02    0.00    1.00
SDE.GSNA    0.45    0.55    0.00    0.00    1.00
SDE.CG     0.94    0.01    0.00    0.04    1.00
SDE.GL     0.33    0.00    0.00    0.67    1.00
SUL.GSA    0.66    0.34    0.01    0.00    1.00
SUL.GSNA    1.00    0.00    0.00    0.00    1.00
SUL.CG     0.91    0.03    0.02    0.03    1.00
SUL.GL     0.88    0.00    0.03    0.09    1.00
COE.GSA    0.74    0.26    0.00    0      1.00
COE.GSNA    0.87    0.02    0.10    0      1.00
COE.CG     1.00    0.00    0.00    0      1.00
COE.GL     0.82    0.18    0.00    0      1.00
;

table mod_shr_(*,*,*,*)
      road    rail    water    cabot
NOR.NOR.GSA    0.359    0.071    0.57    0
NOR.NOR.GSNA    0.19    0.348    0.35    0.112
NOR.NOR.CG     0.43    0      0.493    0.077
NOR.NOR.GL     0.258    0      0.405    0.337
NDE.NDE.GSA    0.774    0.214    0.011    0.001
NDE.NDE.GSNA    0.324    0.675    0      0.001
NDE.NDE.CG     0.82    0.001    0      0.179
NDE.NDE.GL     0.12    0      0      0.88
SDE.SDE.GSA    0.476    0.507    0.016    0.001
SDE.SDE.GSNA    0.452    0.548    0      0
SDE.SDE.CG     0.944    0.012    0      0.044
SDE.SDE.GL     0.329    0      0      0.671
SUL.SUL.GSA    0.656    0.338    0.006    0
SUL.SUL.GSNA    0.997    0      0      0.003
SUL.SUL.CG     0.914    0.034    0.018    0.034
SUL.SUL.GL     0.875    0      0.032    0.093

```



COE.COE.GSA	0.74	0.256	0.004	0
COE.COE.GSNA	0.874	0.024	0.102	0
COE.COE.CG	0.999	0.001	0	0
COE.COE.GL	0.822	0.178	0	0
NOR.NDE.GSA	0.929	0.071	0	0
NOR.NDE.GSNA	0.54	0.348	0	0.112
NOR.NDE.CG	0.923	0	0	0.077
NOR.NDE.GL	0.663	0	0	0.337
NDE.NOR.GSA	0.785	0.214	0	0.001
NDE.NOR.GSNA	0.324	0.675	0	0.001
NDE.NOR.CG	0.82	0.001	0	0.179
NDE.NOR.GL	0.12	0	0	0.88
SDE.NOR.GSA	0.999	0	0	0.001
SDE.NOR.GSNA	1	0	0	0
SDE.NOR.CG	0.956	0	0	0.044
SDE.NOR.GL	0.329	0	0	0.671
SUL.NOR.GSA	1	0	0	0
SUL.NOR.GSNA	0.997	0	0	0.003
SUL.NOR.CG	0.966	0	0	0.034
SUL.NOR.GL	0.907	0	0	0.093
COE.NOR.GSA	1	0	0	0
COE.NOR.GSNA	1	0	0	0
COE.NOR.CG	1	0	0	0
COE.NOR.GL	1	0	0	0
NOR.SDE.GSA	1	0	0	0
NOR.SDE.GSNA	0.888	0	0	0.112
NOR.SDE.CG	0.923	0	0	0.077
NOR.SDE.GL	0.663	0	0	0.337
NDE.SDE.GSA	0.785	0.214	0	0.001
NDE.SDE.GSNA	0.999	0	0	0.001
NDE.SDE.CG	0.821	0	0	0.179
NDE.SDE.GL	0.12	0	0	0.88
SDE.NDE.GSA	0.492	0.507	0	0.001
SDE.NDE.GSNA	0.452	0.548	0	0
SDE.NDE.CG	0.944	0.012	0	0.044
SDE.NDE.GL	0.329	0	0	0.671
SUL.NDE.GSA	1	0	0	0
SUL.NDE.GSNA	0.997	0	0	0.003
SUL.NDE.CG	0.966	0	0	0.034
SUL.NDE.GL	0.907	0	0	0.093
COE.NDE.GSA	1	0	0	0
COE.NDE.GSNA	1	0	0	0
COE.NDE.CG	1	0	0	0
COE.NDE.GL	1	0	0	0
NOR.SUL.GSA	1	0	0	0
NOR.SUL.GSNA	0.888	0	0	0.112
NOR.SUL.CG	0.923	0	0	0.077
NOR.SUL.GL	0.663	0	0	0.337
NDE.SUL.GSA	0.999	0	0	0.001
NDE.SUL.GSNA	0.999	0	0	0.001
NDE.SUL.CG	0.821	0	0	0.179
NDE.SUL.GL	0.12	0	0	0.88
SDE.SUL.GSA	0.492	0.507	0	0.001
SDE.SUL.GSNA	0.452	0.548	0	0
SDE.SUL.CG	0.944	0.012	0	0.044
SDE.SUL.GL	0.329	0	0	0.671
SUL.SDE.GSA	0.662	0.338	0	0
SUL.SDE.GSNA	0.997	0	0	0.003
SUL.SDE.CG	0.932	0.034	0	0.034
SUL.SDE.GL	0.907	0	0	0.093
COE.SDE.GSA	0.74	0.256	0.004	0

```

COE.SDE.GSNA    0.898    0    0.102    0
COE.SDE.CG      1      0      0      0
COE.SDE.GL      1      0      0      0
NOR.COE.GSA     1      0      0      0
NOR.COE.GSNA    1      0      0      0
NOR.COE.CG      1      0      0      0
NOR.COE.GL      1      0      0      0
NDE.COE.GSA     1      0      0      0
NDE.COE.GSNA    1      0      0      0
NDE.COE.CG      1      0      0      0
NDE.COE.GL      1      0      0      0
SDE.COE.GSA     0.493    0.507    0      0
SDE.COE.GSNA    0.452    0.548    0      0
SDE.COE.CG      0.988    0.012    0      0
SDE.COE.GL      1      0      0      0
SUL.COE.GSA     1      0      0      0
SUL.COE.GSNA    1      0      0      0
SUL.COE.CG      1      0      0      0
SUL.COE.GL      1      0      0      0
COE.SUL.GSA     1      0      0      0
COE.SUL.GSNA    1      0      0      0
COE.SUL.CG      1      0      0      0
COE.SUL.GL      1      0      0      0
;

mod_shr_(sub_r,sub_s,"cg",md) = (mod_shr_(sub_r,sub_s,"cg",md)
                                + mod_shr_(sub_r,sub_s,"gl",md)
                                + mod_shr_(sub_r,sub_s,"gsna",md))/3;
mod_shr_(sub_r,sub_s,"cg","tot") = sum(md, mod_shr_(sub_r,sub_s,"cg",md));

display mod_shr_;

parameter          vtwr_m;
vtwr_m(j,gsa,sub_r,sub_s,md)
vtwr(j,gsa,sub_r,sub_s)*mod_shr_(sub_r,sub_s,"gsa",md);
vtwr_m(j,cg,sub_r,sub_s,md)
vtwr(j,cg,sub_r,sub_s)*mod_shr_(sub_r,sub_s,"cg",md);

* Restrict modal shares for some specific products:

vtwr_m(j,"rmk",sub_r,sub_s,md) = 0;
vtwr_m(j,"rmk",sub_r,sub_s,"road") = vtwr(j,"rmk",sub_r,sub_s);

*vtwr_m(j,i,sub_r,sub_s,md)$(vtwr_m(j,i,sub_r,sub_s,md) lt 1.0E-5) = 0;

display vtwr_m;

* Compare the disaggregated data with the original transportation data;

parameter transp_comp;
transp_comp(i,sub_r,sub_s) = (sum(md, vtwr_m("otp",i,sub_r,sub_s,md))) -
vtwr("otp",i,sub_r,sub_s);

display transp_comp;

**** Include elasticities ****

*** Betarelli (2013)

```

Table	elast_betar (*,md)		
	rail	cabot	water
ArrozCasca	2.5	0.6	0.6
MilhoGrao	2.5	0.8	0.8
TrigoCereais	2.5	0.5	0.5
CanaAcucar	0	0	0
SojaGrao	2.5	0	1
OutPSLAvoura	2.5	0.6	0.6
Mandioca	0	0	0.6
FumoFolha	0	0	0
AlgodaoHerba	0	0	0
FrutasCitric	2.5	0.6	0.6
CafeGrao	0	0	0
ExpFlorSilv	0	0	0
BovinosOutr	2.5	0	0
LeiteVacaOut	0	0	0
SuinosVivos	0	0	0
AvesVivas	0	0	0
OvosAves	0	0	0
PescaAquicul	2.5	0.6	0.6
OutAgriPec	0	0	0
PetroleoGas	0	0.6	0
MinerioFerro	2	1.6	1.6
OutIndExtrat	2	1.6	1.6
AlimentBebid	2	0	1.6
ProdFumo	0	0	0
Texteis	0	0	0
ArtVestuario	0.2	0.2	0.2
CouroCalcado	0	0.2	0.2
ProdMadeira	1.9	0	1.5
CelulosPapel	1.9	0.2	1.5
JornRevDisc	0	0	0
RefPetroleo	1.3	1	1
Alcool	1.3	1	1
ProdQuimicos	2.3	1.8	1.8
ResinaElasto	0	0	0
ProdFarmac	0	0	0
DefAgricolas	2.3	0	0
PerfumarOut	0	0.2	0
TintasOut	0.2	0	0
QuimicosDiv	0	0	0
BorracPlast	0	0.2	0
Cimento	1.8	0	1.4
OutPrMNaomet	1.8	1.4	1.4
FabAcoDeriv	2	1.6	0
MetNaoFerros	2	1.6	1.6
ProdMetal	2	1.6	0
MaqEquipManu	0.2	0.2	0.2
Eletrodomest	0	0	0
EscrInformat	0	0	0
MaqEletriOut	0	0.2	0
MatEletroOut	0	0.2	0
ApMedicoOut	0	0	0
AutomUtilita	0	0.2	0.2
CaminhOnibus	0.2	0	0.2
PecVeicAutom	0	0	0.2
OutEqTransp	0.2	0	0
IndDiversas	0.2	0	0
;			

\* Map the above elasticities to PAEG goods

```

parameter elas_bet;

elas_bet("pdr",md) = elast_betar("ArrozCasca",md);
elas_bet("gro",md) = elast_betar("MilhoGrao",md);
elas_bet("osd",md) = elast_betar("SojaGrao",md);
elas_bet("c_b",md) = elast_betar("CanaAcucar",md);
elas_bet("oap",md) = elast_betar("BovinosOutr",md);
elas_bet("rmk",md) = elast_betar("BovinosOutr",md);
elas_bet("agr",md) = elast_betar("OutPSLAvoura",md);
elas_bet("foo",md) = elast_betar("AlimentBebid",md);
elas_bet("tex",md) = elast_betar("Texteis",md);
elas_bet("wap",md) = elast_betar("ArtVestuario",md);
elas_bet("lum",md) = elast_betar("ProdMadeira",md);
elas_bet("ppp",md) = elast_betar("CelulosPapel",md);
elas_bet("crp",md) = elast_betar("ProdQuimicos",md);
elas_bet("man",md) = elast_betar("MetNaoFerros",md);
elas_bet("siu",md) = elast_betar("IndDiversas",md);
elas_bet("cns",md) = elast_betar("IndDiversas",md);
elas_bet("trd",md) = elast_betar("IndDiversas",md);
elas_bet("otp",md) = elast_betar("IndDiversas",md);
elas_bet("ser",md) = elast_betar("IndDiversas",md);

elas_bet(i,"road") = elas_bet(i,"rail")

* Elasticities from Vassallo (2015)

table      elas_vass(*,md)
           road      rail      water
pdr        0          0          0
gro        0.846     1.207     1.282
c_b        0          0          0
osd        2.67      1.844     1.141
agr        3.06      3.379     0.711
oap        0          0          0
rmk        0          0          0
foo        0.613     1.366     0
tex        0          0          0.295
wap        0          0          0.295
lum        0          2.001     0
ppp        0          0          0
*crp       0          4.812     14.888
*crp       5.411     11.573     0
*crp       0.222     1.327     0
* kind of average
crp        2.5       6          5
*man       0          3.974     0
*man       0.519     2.344     2.532
*man       1.986     0          0.311
*man       0          0          0.305
*man       0          0          0.295
* kind of average
man        1          1          0.75
siu        0          0          0.295
cns        0          0          0.295
trd        0          0          0.295
otp        0          0          0.295
ser        0          0          0.295
;

elas_vass(i,"cabot") = elas_vass(i,"water");

```

Após a adição do algoritmo no arquivo *dados.gms*, são realizadas adições no arquivo de execução *read\_data\_model.gms*, responsável pela leitura dos dados do modelo PAEG, que são previamente armazenados no arquivo *paeg.dat* gerado a partir da execução do arquivo *dados.gms*. Assim, o item *b* apresenta o algoritmo completo do arquivo executável com as inserções desenvolvidas nesta tese em destaque (negrito).

**b) Algoritmo desenvolvido para o PAEG\_TLOG em *read\_data\_model.gms***

```

$title   Define sets parameters and data for PAEG in MPSGE

$ifthen %system.filesys% == UNIX
$setglobal datain          ./data_in/
$setglobal datagdx         ./data_gdx/
$setglobal dataout        ./data_out/
$setglobal gtapdir14       ../GTAP10inGAMS/data14/
$setglobal results        ./results/
$else
$setglobal datain          .\data_in\
$setglobal datagdx         .\data_gdx\
$setglobal dataout        .\data_out\
$setglobal gtapdir14       ..\GTAP10inGAMS\data14\
$setglobal results        .\results\
$endif

* Define sectors:

set      i/
pdr      paddy rice
gro      cereal grains
osd      oil seeds
c_b      sugar cane
oap      animal products nec
rmk      raw milk
agr      other agricultural products
foo      food products
tex      textiles
wap      wearing apparel leather products
lum      wood products
ppp      paper products publishing
crp      chemical rubber plastic prods
man      other manufacturing
siu      electricity gas manufacture distribution water
cns      construction
trd      trade
otp      transport
ser      Services
cgds     capital goods
/;

* Define primary factors:

set f    Factors/
lab      unskilled labor

```

```

skl          skilled labor
cap          capital
lnd          land
res          natural resources
/;

* Define regions:

SET   R      Regions /
NOR   Brazil regioao NORTE
NDE   Brazil regioao NORDESTE
COE   Brasil regioao CENTRO-OESTE
SDE   Brasil regioao SUDESTE
SUL   Brasil regioao SUL
RMS   Rest of Mercosul
USA   USA
CAN   Canada
MEX   Mexico
ROA   Rest of Americas
EUR   European Union
REU   Rest of Europe
JPN   Japan
RUS   Russia
CHN   China
IND   India
ANZ   Australia and New Zealand
ASI   Fast development Asia
AFR   Africa
MES   Middle East
RAS   Rest of Asia
/;

* Define family classes by income in Brazil:

set     tfam     family categories /FT, F1*F10/;

* Define some subsets

set     bra(r) /nor, nde, coe, sde, sul/;
set     nobra(r) /rms, usa, can, mex, eur, reu, jpn, rus, chn, ind, anz,
asi, afr, mes, ras/;;
set     sde(r) /sde/;
set     sul(r) /sul/;
set     nde(r) /nde/;
set     coe(r) /coe/;
set     nor(r) /nor/;

set     fam(tfam) /F1*F10/;
set     rfam(fam) /F8,F9,F10/;

set     cgds(i) /cgds/;

set
      rnum(r) Numeraire region,
      sf(f)   Sluggish primary factors (sector-specific)
      mf(f)   Mobile primary factors
      src     Sources /domestic, imported/,
      ec      Energy goods /
             ecoa   Coal,
             eoil  Crude oil,
             egas  Natural gas,

```

```

ep_c    Refined oil products,
eely    Electricity,
egdt    Gas distribution /;

SET     GSA(I)/
pdr,
gro,
osd,
c_b/;

SET     CG(I)/
oap,
rmk,
agr,
foo,
tex,
wap,
lum,
ppp,
crp,
man,
siu,
cns,
trd,
otp,
ser

/;

set     txt(i) /tex, wap/;

set md  modal type/
road    road transportation,
rail    rail transportation,
water   waterway transportation,
cabot   cabotage transportation

/;

alias (r,s), (i,j), (j,jj), (f,ff), (bra,sbra), (bra,bbra), (nobra,snobra),
(ffam,fam);
alias (gsa_,gsa), (cg_,cg);
alias (md_,md);

set     srcs    Source /dom, imp/;

set     agro(i)    /pdr, gro, osd, c_b, oap, rmk, agr/;

*       Read the data:

$include %dataout%paeg.dat

***
* Rescale the model to avoid transportation numbers close to zero:

scalar scale /1/;

* vom(i,r) = vom(i,r)*scale;
* vdm(i,r) = vdm(i,r)*scale;
* vpm(r) = vpm(r)*scale;
* vgm(r) = vgm(r)*scale;
* vim(i,r) = vim(i,r)*scale;
* evom(f,r) = evom(f,r)*scale;

```

```

* vtax(r) = vtax(r)*scale;
* vb(r) = vb(r)*scale;
vdpm(i,r) = vdpm(i,r)*scale;
vipm(i,r) = vipm(i,r)*scale;
vdgm(i,r) = vdgm(i,r)*scale;
vigm(i,r) = vigm(i,r)*scale;
vdim(i,r) = vdim(i,r)*scale;
vfm(ff,j,r) = vfm(ff,j,r)*scale;
vdfm(i,j,r) = vdfm(i,j,r)*scale;
vifm(i,j,r) = vifm(i,j,r)*scale;
vxmd(i,r,s) = vxmd(i,r,s)*scale;
vst(i,r) = vst(i,r)*scale;
vstbr(i,r) = vstbr(i,r)*scale;
* vtw(i) = vtw(i)*scale;
vtwbr(i) = vtwbr(i)*scale;
vtwr_m(j,i,bra,bbra,md) = vtwr_m(j,i,bra,bbra,md)*scale;
vpm_f(bra,"tot",fam) = vpm_f(bra,"tot",fam)*scale;
* vdpm_f(bra,i,fam) = vdpm_f(bra,i,fam)*scale;
* vipm_f(bra,i,fam) = vipm_f(bra,i,fam)*scale;
vdpm_fl(bra,i,fam) = vdpm_fl(bra,i,fam)*scale;
vipm_fl(bra,i,fam) = vipm_fl(bra,i,fam)*scale;
evom_f(bra,fam,"transf") = evom_f(bra,fam,"transf")*scale;
evom_f(bra,fam,"retire") = evom_f(bra,fam,"retire")*scale;
***

* Agregate land and natural resources on capital if multiple factors were
not active:

parameter rtf_rev, rtf_, rtf_revsh, shr_ln, shr_nr;
rtf_rev(f,i,r) = vfm(f,i,r)*rtf(f,i,r);
rtf_revsh(f,i,r)$sum(ff, vfm(ff,i,r)*rtf(ff,i,r)) =
vfm(f,i,r)*rtf(f,i,r)/sum(ff, vfm(ff,i,r)*rtf(ff,i,r));
rtf_(f,i,r)$vfm(f,i,r) = rtf_rev(f,i,r)/vfm(f,i,r);

shr_ln(i,r)$ (vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r)) =
vfm("lnd",i,r)/(vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r));
shr_nr(i,r)$ (vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r)) =
vfm("res",i,r)/(vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r));
shr_ln("agro",r) = sum(agro, vfm("lnd",agro,r))/sum(agro,
(vfm("lnd",agro,r)+vfm("cap",agro,r)+vfm("res",agro,r)));
shr_nr("agro",r) = sum(agro, vfm("res",agro,r))/sum(agro,
(vfm("lnd",agro,r)+vfm("cap",agro,r)+vfm("res",agro,r)));
shr_ln("tot",r) = sum(i, vfm("lnd",i,r))/sum(i,
(vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r)));
shr_nr("tot",r) = sum(i, vfm("res",i,r))/sum(i,
(vfm("lnd",i,r)+vfm("cap",i,r)+vfm("res",i,r)));

vfm("lab",i,r)$ (not multifact("1")) = vfm("lab",i,r)+vfm("skl",i,r);
vfm("cap",i,r)$ (not multifact("1")) =
vfm("cap",i,r)+vfm("lnd",i,r)+vfm("res",i,r);
vfm("lnd",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;
vfm("skl",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;
vfm("res",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;

rtf("cap",i,r)$ (not multifact("1") and vfm("cap",i,r)) =
(rtf_rev("cap",i,r)+rtf_rev("lnd",i,r)+rtf_rev("res",i,r))/vfm("cap",i,r);
rtf("res",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;
rtf("lnd",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;
rtf("lab",i,r)$ (not multifact("1") and vfm("lab",i,r)) =
(rtf_rev("lab",i,r)+rtf_rev("skl",i,r))/vfm("lab",i,r);
rtf("skl",i,r)$ (not multifact("1")) = 0;

```



```

display rtf_, rtf;

*      Declare some intermediate arrays which are required to
*      evaluate tax rates:

parameter      vdm(i,r)      Aggregate demand for domestic output,
                vom(i,r)      Total supply at market prices;

vdm(i,r) = vdpm(i,r) + vdgm(i,r) + sum(j, vdfm(i,j,r)) + vdim(i,r);
vom(i,r) = vdm(i,r) + sum(s, vxmd(i,r,s)) + vst(i,r) + vstbr(i,r);

parameter
    rto0(i,r)      Output or income subsidy rates
    rtf0(f,j,r)    Primary factor and commodity rates taxes
    rtpd0(i,r)     Private domestic consumption taxes
    rtpi0(i,r)     Private import consumption tax rates
    rtgd0(i,r)     Government domestic rates
    rtgi0(i,r)     Government import tax rates
    rtf0(i,j,r)    Firms domestic tax rates
    rtfi0(i,j,r)   Firms' import tax rates
    rtxs0(i,r,s)   Export subsidy rates
    rtms0(i,r,s)   Import taxes rates;

rto0(i,r) = rto(i,r);
rtf0(f,j,r) = rtf(f,j,r);
rtpd0(i,r) = rtpd(i,r);
rtpi0(i,r) = rtpi(i,r);
rtgd0(i,r) = rtgd(i,r);
rtgi0(i,r) = rtgi(i,r);
rtfd0(i,j,r) = rtf0(i,j,r);
rtfi0(i,j,r) = rtfi(i,j,r);
rtxs0(i,r,s) = rtxs(i,r,s);
rtms0(i,r,s) = rtms(i,r,s);

parameter      pvxmd(i,s,r)  Import price (power of benchmark tariff)
                pvtwr(i,s,r)  Import price for transport services;

pvxmd(i,s,r) = (1+rtms0(i,s,r)) * (1-rtxs0(i,s,r));
pvtwr(i,s,r) = 1+rtms0(i,s,r);

parameter      bmkprofit(i,r)  Zero profit check;

bmkprofit(i,r) = round(vom(i,r) * (1-rto(i,r))
    - sum(j,
vdfm(j,i,r) * (1+rtfd(j,i,r)) + vifm(j,i,r) * (1+rtfi(j,i,r)))
    - sum(f, vfm(f,i,r) * (1+rtf(f,i,r))), 8);

display bmkprofit;

parameter
    vtw(j)      Aggregate international transportation services,
    vpm(r)      Aggregate private demand,
    vgm(r)      Aggregate public demand,
    vim(i,r)    Aggregate imports,
    evom(f,r)   Aggregate factor endowment at market prices,
    vb(*)      Current account balance;

vtw(j) = sum(r, vst(j,r));
vpm(r) = sum(i, vdpm(i,r) * (1+rtpd0(i,r)) + vipm(i,r) * (1+rtpi0(i,r)));
vgm(r) = sum(i, vdgm(i,r) * (1+rtgd0(i,r)) + vigm(i,r) * (1+rtgi0(i,r)));

```

```

vim(i,r) = vipm(i,r) + vigm(i,r) + sum(j, vifm(i,j,r));
evom(f,r) = sum(j, vfm(f,j,r));
vb(r) = vpm(r) + vgm(r) + sum(i, vdim(i,r))
      - sum(f, evom(f,r))
      - sum(j, vom(j,r)*rto(j,r))
      - sum(j, sum(i, vdfm(i,j,r)*rtfd(i,j,r) +
vifm(i,j,r)*rtfi(i,j,r)))
      - sum(j, sum(f, vfm(f,j,r)*rtf(f,j,r)))
      - sum(i, vdpm(i,r)*rtpd(i,r) + vipm(i,r)*rtpi(i,r))
      - sum(i, vdgm(i,r)*rtgd(i,r) + vigm(i,r)*rtgi(i,r))
      - sum((i,s), rtms(i,s,r) * (vxmd(i,s,r) * (1-rtxs(i,s,r)) +
sum(j,vtwr(j,i,s,r))))
      + sum((i,s), rtxs(i,r,s) * vxmd(i,r,s));

vb("chksum") = sum(r, vb(r));
display vb;

* Determine which factors are sector-specific

mf(f) = yes$(1/etrae(f)=0);
sf(f) = yes$(1/etrae(f)>0);
display mf,sf;

* Define a numeraire region for denominating international
* transfers:

rnum(r) = yes$(vpm(r)=smax(s,vpm(s)));
display rnum;

* Calcular a arrecadacao de impostos pelo governo no equilibrio inicial:

parameter          vtax(r) Implicit tax;
vtax(r) = sum(f, evom(f,r)) - (vpm(r) + sum(i, vdim(i,r)));

parameter          gtax_    tax revenue in the benchmark
                  gtax     tax revenue in the benchmark;

gtax_(r) =         (sum(j, rto(j,r)*vom(j,r))
                  + sum((i,j), rtfd(i,j,r)*vdfm(i,j,r))
                  + sum((i,j), rtfi(i,j,r)*vifm(i,j,r))
                  + sum((sf,j), rtf(sf,j,r)*vfm(sf,j,r))
                  + sum((mf,j), rtf(mf,j,r)*vfm(mf,j,r))
                  + sum(i, rtpd(i,r)*vdpm(i,r))
                  + sum(i, rtpi(i,r)*vipm(i,r))
                  + sum(i, rtgd(i,r)*vdgm(i,r))
                  + sum(i, rtgi(i,r)*vigm(i,r))
                  + sum((i,s), (rtms(i,s,r)*(1-rtxs(i,s,r)))*vxmd(i,s,r))
                  + sum((i,s), -rtxs(i,r,s)*vxmd(i,r,s))
                  + sum((i,j,s), rtms(i,s,r)*vtwr(j,i,s,r)));

gtax(r) = (vgm(r) - vtax(r) - vb(r));

display gtax_, gtax;

* Compare icms with rtfd and rtfi:
parameter comp_tax;
comp_tax(bra,i,j,"ipi_iss") = round(ipi_iss(i,j,bra)*100, 2);
comp_tax(bra,i,"fd","ipi_iss") = round(ipi_iss(i,"cf",bra)*100,2);
comp_tax(bra,i,j,"icms") = round(icms(i,j,bra)*100, 2);
comp_tax(bra,i,"fd","icms") = round(icms(i,"cf",bra)*100,2);
comp_tax(bra,i,j,"rtfd") = round(rtfd(i,j,bra)*100,2);

```

```

comp_tax(bra,i,j,"rtfi") = round(rtfi(i,j,bra)*100,2);
comp_tax(bra,i,"fd","rtpd") = round(rtpd(i,bra)*100,2);
comp_Tax(bra,i,j,"dif") = round(((rtfd(i,j,bra)-icms(i,j,bra))*100),2);
comp_Tax(bra,i,"fd","dif") = round(((rtpd(i,bra)-icms(i,"cf",bra))*100),2);

display comp_tax;
*! Obs.: icms negativo no NDE, de c_b para wap

parameter icms0, iss, iss0;
icms0(i,j,bra) = icms(i,j,bra);
icms0(i,"cf",bra) = icms(i,"cf",bra);
iss("ser",j,bra) = ipi_iss("ser",j,bra);
iss("ser","cf",bra) = ipi_iss("ser","cf",bra);
iss0("ser",j,bra) = iss("ser",j,bra);
iss0("ser","cf",bra) = iss("ser","cf",bra);

parameter          icms_r  icms revenue at the base year
                   ic      flag to activate the alternative collection of the
icms
                   iv_pd   flag to activate iva on final private demand
                   iv_f    flag to activate iva on primary factors demand
;

icms_r(bra) = sum((i,j), icms(i,j,bra)*vdfm(i,j,bra))+sum(i,
icms(i,"cf",bra)*vdpm(i,bra));

* Flag para ativar agente governamental para coletar icms e iss
separadamente
* Se ic(bra) = 1: ativa; se ic(bra) = 0: desativada

ic(bra) = 1;

* Flag para especificar se o IVA endógeno deve ser aplicado sobre o consumo
final ou sobre o uso de fatores capital e trabalho
* Se iv_pd(bra) = 1 e iv_f(bra) = 0: IVA incide sobre o consumo final das
familias
* Se iv_pd(bra) = 0 e iv_f(bra) = 1: IVA incide sobre o uso de fatores
primarios
iv_pd(bra) = 0;
iv_f(bra) = 1;

display icms_r;

display icms, ipi_iss;

* Flag to activate multiple household types in Brazil

set      fam_bra(r)  activate multiple household types in Brazil;

fam_bra(r) = no;

parameter          gnu      budget share;
gnu(i,"dom",r) = (vdpm(i,r)*(1+rtpd0(i,r)))/vpm(r);
gnu(i,"imp",r) = (vipm(i,r)*(1+rtpi0(i,r)))/vpm(r);
gnu("tot","tot",r) = sum(i, gnu(i,"dom",r)+gnu(i,"imp",r));

* Flags to activate factor mobility in Brazil

set          mobperf(f,bra)          activate perfect factor mobility
among regions in Brazil

```

```

        mobimperf(f, bra)          activate imperfect factor mobility
among regions in Brazil;

parameter      mobperff          guarantee total factor consistency
when factor mobility is active;

* Flags for factor mobility inside Brazil:
* mobperff activates perfect mobility among regions (equalization in real
factor returns among Brazilian regions)
* mobimperf activates imperfect mobility among regions (equalization in
nominal factor income among Brazilian regions)

mobperff("cap", bra) = no;
mobperff("lab", bra) = no;
mobperff("skl", bra)$multifact("1") = no;
mobimperf("cap", bra) = no;
mobimperf("lab", bra) = no;
mobimperf("skl", bra)$multifact("1") = no;

mobperff(f)$ (sum(bra, mobperff(f, bra)) or sum(bra, mobimperf(f, bra))) = 1;

* if multiple household is active, do not activate factor mobility)
fam_bra(bra)$ (sum(f, mobperff(f)) or multifact("1")) = no;

* Flags to change the macroeconomic closure

set      end_inv(r)              activate endogenous savings following a
constant marginal propensity to save;

set      ngov(r)                 activate neutral government budget;

* Set some initial parameters to allow shocks later:

parameter      vtwr0
                vdfm0
                vifm0
                vst0
;

vtwr0(j, i, s, r) = vtwr(j, i, s, r);
vdfm0(i, j, r) = vdfm(i, j, r);
vifm0(j, i, r) = vifm(j, i, r);
vst0(i, r) = vst(i, r);

* Disaggregate inter-regional transportation in Brazil by modal and good
type:

parameter      vtwr_md          inter regional transport by modal
                vtwr_md_gsa     inter regional transport by modal and agri
granel
                vtwr_md_cg      inter regional transport by modal and
others
                vtwr_md_gsa_r    inter regional transport by modal and agri
granel and route
                vtwr_md_cg_r     inter regional transport by modal and
others and route
                vtwr_gsa_r       inter regional transport by type and route
                vtwr_cg_r        inter regional transport by type and route

```

```

                                vtwr_gsa_r_i      inter regional transport by type and route
and product
                                vtwr_cg_r_i       inter regional transport by type and route
and product
                                vtwr_gsa         inter regional transport by type
                                vtwr_cg         inter regional transport by type
                                tr_ef           transport efficiency indx by modal and
route
                                tr_tax          transpor tax by modal and route
                                ;

vtwr_gsa_r(j,r,s) = 0;
vtwr_cg_r(j,r,s) = 0;

vtwr_md_gsa(j,md) = sum((gsa,bra,bbra), vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,md));
vtwr_md_cg(j,md) = sum((cg,bra,bbra), vtwr_m(j,cg,bra,bbra,md));
vtwr_md(j,md) = vtwr_md_gsa(j,md)+vtwr_md_cg(j,md);
vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra) = sum(gsa, vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,md));
vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra) = sum(cg, vtwr_m(j,cg,bra,bbra,md));
vtwr_gsa_r(j,bra,bbra) = sum(md, vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra));
vtwr_cg_r(j,bra,bbra) = sum(md, vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra));

vtwr_gsa(j,gsa,bra,bbra) = sum(md, vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,md));
vtwr_cg(j,cg,bra,bbra) = sum(md, vtwr_m(j,cg,bra,bbra,md));

tr_ef(j,md,r,s) = 1;
tr_tax(j,md,r,s) = 0;

display vtwr_md_gsa_r, vtwr_md_cg_r, vtwr_m;

* compare

parameter transp_comp_cg, transp_comp_gsa;
transp_comp_cg(bra,bbra) = vtwr_cg_r("otp",bra,bbra) - sum(cg,
vtwr("otp",cg,bra,bbra));
transp_comp_gsa(bra,bbra) = vtwr_gsa_r("otp",bra,bbra) - sum(gsa,
vtwr("otp",gsa,bra,bbra));

display transp_comp_cg, transp_comp_gsa;

parameter          elt_gsa_br          elasticity of substitution among modals for
gsa products
                   elt_cg_br          elasticity of substitution among modals for
cg products;

elt_gsa_br(i,md) = elas_bet(i,md);
elt_cg_br(i,md) = elas_bet(i,md);

* Parameters to introduce technological changes

parameter          fpt          factor productivity
                   ipt          input productivity
                   spt          sector productivity
                   tfp          overall factor productivity
;

fpt(f,j,r) = 0;
ipt(i,j,r) = 0;
spt(j,r) = 0;

```

```

tfp(f,r) = 0;

set      r_d(r)                activate r&d investment sector;

r_d(r) = no;

parameter      g_d_exp      public investments in the p&d sector
                p_d_exp      private investments in the p&d sector
                y_d          output of the p&d sector
                p_d_k        capital costs
                p_d_l        labor costs
;

g_d_exp(r) = 0;
p_d_exp(r) = 0;
y_d(r) = 0.1;
p_d_k(r) = 0.5*y_d(r);
p_d_l(r) = y_d(r) - p_d_k(r);

* GDP accounting:

parameter pibr0;

pibr0(r,"Bs_C") = (vpm(r));
pibr0(r,"Bs_G") = (vgm(r));
pibr0(r,"Bs_I") = (vom("cgds",r));
pibr0(r,"Bs_X") = (sum((i,s), vxmd(i,r,s)*(1-rtxs(i,r,s))));
pibr0(r,"Bs_M") = (sum((i,s), vxmd(i,s,r)*(1-rtxs(i,s,r))));
pibr0(r,"Bs_PIB") = (pibr0(r,"Bs_C")
                    + pibr0(r,"Bs_G") + pibr0(r,"Bs_I")
                    + pibr0(r,"Bs_X") - pibr0(r,"Bs_M"));

```

Após a realização das etapas anteriores, é necessário desenvolver a programação a ser adicionada no arquivo *paeg\_model.gms*, assim, diversas linhas de comando que caracterizam a construção do setor de transportes inter-regional e os quatro modais de transportes ofertando dois tipos de transportes, CG e GSA.

As estruturas desenvolvidas seguem a lógica do MPSGE, com a declaração de parâmetros e valores da base dados, anteriormente demonstrados, a declaração das variáveis do modelo, indicando os setores, os bens e os consumidores e a construção dos blocos de produção, que, como aponta Gurgel (2019), definem as árvores tecnológicas que combinam os insumos, os fatores primários, bens importados e bens de consumo e que após ler esses blocos de produção o modelo MPSGE constrói as equações do modelo de equilíbrio geral.

Neste arquivo de execução são aplicados o fechamento macroeconômico, assim como a elaboração dos experimentos realizados nesta tese, assim como a construção das variáveis de interesse utilizadas ao longo dos resultados do estudo. Dessa forma, o item *c* apresenta o algoritmo completo com as inserções desenvolvidas nesta tese em destaque (negrito).

c) Algoritmo desenvolvido para o PAEG\_TLOG em *paeg\_model.gms*

```

$title PAEG in MPSGE

*****
***** Modelo PAEG-TLOG *****
*****

* data in 2014 billion dollars
* paeg_model.gms

set n /1/, multifact(n);
multifact(n) = yes;

* Include sets parameters and data:

$include read_data_model

fam_bra(bra) = no;

mobperf("cap",bra) = no;
mobperf("lab",bra) = no;
mobperf("skl",bra)$multifact("1") = no;
mobimperf("cap",bra) = yes;
mobimperf("lab",bra) = yes;
mobimperf("skl",bra)$multifact("1") = no;

mobperff(f)$ (sum(bra, mobperf(f,bra)) or sum(bra, mobimperf(f,bra))) = 1;

fam_bra(bra)$ (sum(f, mobperff(f)) or multifact("1")) = no;

mobperf(f,bra)$mobimperf(f,bra) = no;

end_inv(r) = no;

ngov(r) = no;

r_d(r) = no;

display vtwr_md_gsa_r;

parameter vtwr_md_gsa_r10;
vtwr_md_gsa_r10("otp",md,bra,bbra) = vtwr_md_gsa_r("otp",md,bra,bbra)*100;

*vtwr(j,i,bra,bbra)$ (vtwr(j,i,bra,bbra) le 0.000000009) = 0;

parameter vtwr_sm;
vtwr_sm(i,bra,bbra)$ (vtwr("otp",i,bra,bbra) le 0.00000001) =
vtwr("otp",i,bra,bbra);
display vtwr_sm;

parameter cg_vtwr, gsa_vtwr;
cg_vtwr(j,gsa,bbra,r) = vtwr(j,gsa,bbra,r);
gsa_vtwr(j,gsa,bra,bbra) = vtwr(j,gsa,bra,bbra);

display cg_vtwr, gsa_vtwr, vtwr;

* Choose the set of elasticity among modals:
*elt_gsa_br(i,md) = elas_bet(i,md);

```

```

*elt_cg_br(i,md) = elas_bet(i,md);
elt_gsa_br(i,md) = elas_vass(i,md);
elt_cg_br(i,md) = elas_vass(i,md);

* Here the model in MPSGE starts:

$ontext
$model:paeg

$sectors:
  c(r)$ (not fam_bra(r))           ! Consumption
  cbra(r,fam)$fam_bra(r)          ! Consumption in the Brazilian regions
  g(r)                             ! Government demand
  y(i,r)$vom(i,r)                 ! Supply
  m(i,r)$vim(i,r)$ (not bra(r))   ! Imports
  mbra(i,r)$vim(i,r)$bra(r)      ! Inter-regional trade among Brazilian
regions
  yt(j)$vtw(j)                    ! Transportation services
  ytbr(j)$vtwbr(j)                ! Transportation services among
Brazilian regions
  ft(f,r)$ (sf(f) and evom(f,r))  ! Specific factor transformation
  ypd_inv(r)$r_d(r)              ! Sector to represent expenses in
p&d
  ytbrmd(j)$vtwbr(j)              ! Inter-regional trade among Brazilian
regions by modal
  ytbrmdt(j,md)$vtwr_md(j,md)     ! Inter-regional trade among
Brazilian regions by modal and type
  ytbrmd_gsa_r(j,md)$vtwr_md_gsa(j,md) ! Inter-regional trade among
Brazilian regions by modal and type and route
  ytbrmd_cg_r(j,md)$vtwr_md_cg(j,md) ! Inter-regional trade among
Brazilian regions by modal and type and route
  ytbrmd_gsa_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra) ! Inter-
regional trade among Brazilian regions by modal and type and route
  ytbrmd_cg_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra) ! Inter-
regional trade among Brazilian regions by modal and type and route
  ytbr_gsa_r(j,gsa,bra,bbra)$vtwr(j,gsa,bra,bbra) ! Inter-regional
trade among Brazilian regions by type and route
  ytbr_cg_r(j,cg,bra,bbra)$ (vtwr(j,cg,bra,bbra) and not txt(cg)) !
Inter-regional trade among Brazilian regions by type and route
  ytbr_tx(j,bra,bbra)$ (sum(txt, vtwr(j,txt,bra,bbra))) ! Inter-
regional trade among Brazilian regions for textiles and apparel by type and
route

$commodities:
  pc(r)$ (not fam_bra(r)) ! Private consumption price index
  pcbra(r,fam)$fam_bra(r) ! Private consumption price index for each
family type in Brazilian regions
  pg(r) ! Public consumption price index
  py(j,r)$vom(j,r) ! Domestic output price
  pm(j,r)$vim(j,r) ! Import price
  pt(j)$vtw(j) ! Transportation services
  ptbra(j)$vtwbr(j) ! Transportation services among Brazilian
regions
  pf(f,r)$evom(f,r) ! Primary factors rent
  ps(f,j,r)$ (sf(f) and vfm(f,j,r)) ! Sector-specific primary
factors
  pd_inv(r)$r_d(r) ! Reference price for investments in p&d
  ptmbra(j,md)$vtwr_md(j,md) ! Transportation services
among Brazilian regions by modal
  ptmbra_gsa(j,md)$vtwr_md_gsa(j,md) ! Transportation services
among Brazilian regions by modal and agri granel

```



```

    ptmbra_cg(j,md)$vtwr_md_cg(j,md)          ! Transportation services
among Brazilian regions by modal and others
    ptmbra_gsa_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra)          !
Transportation services among Brazilian regions by modal and agri granel
    ptmbra_cg_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra)          !
Transportation services among Brazilian regions by modal and others
    ptmbra_gsa_r_(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_gsa_r_(j,md,bra,bbra)          !
Transportation services among Brazilian regions by modal and agri granel
    ptmbra_cg_r_(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_cg_r_(j,md,bra,bbra)          !
Transportation services among Brazilian regions by modal and others
    ptbra_gsa_r(j,gsa,r,s)$ (bra(r) and bbra(s) and vtwr(j,gsa,r,s)) !
Inter-regional trade among Brazilian regions by type and route
    ptbra_cg_r(j,cg,r,s)$ (bra(r) and bbra(s) and vtwr(j,cg,r,s) and not
txt(cg)) ! Inter-regional trade among Brazilian regions by type and route
    ptbra_tx(j,r,s)$ (bra(r) and bbra(s) and sum(txt, vtwr(j,txt,r,s)))
! Inter-regional trade among Brazilian regions for textiles and apparel by
type and route
*    ptbra_(j)$vtwbr(j)

$consumers:
    hh(r)$ (not bra(r))          ! Representative household
    hhbr(bra)$ (not fam_bra(bra)) ! Representative household in Brazil
    hh_br(fam,bra)$ (fam_bra(bra)) ! Representative household in Brazil
by income class
    govt(r)          ! Representative government

$auxiliary:
    fmob(f,bra)$ (mobperf(f,bra) or mobimperf(f,bra)) ! Auxiliar variable
to represent the free factor movement among Bra regions
    fmob_con(f)$mobperff(f)          ! Auxiliar variable
to keep the consistency in terms of total capital and labor in the economy
    tau(r)$ngov(r)          ! Auxiliar variable
to keep government size

*    Sectoral production

$prod:y(j,r)$vom(j,r)    s:0    i.tl:esubd(i)    va:esubva(j)
    o:py(j,r)          q:(vom(j,r)*(1+spt(j,r)/100))
a:govt(r) t:rto(j,r)
    i:py(i,r)          q:(vdfm(i,j,r)/(1+ipt(i,j,r)/100))
p:(1+rtrfd0(i,j,r)) i.tl: a:govt(r) t:rtrfd(i,j,r)
    i:pm(i,r)          q:(vifm(i,j,r)/(1+ipt(i,j,r)/100))
p:(1+rtrfi0(i,j,r)) i.tl: a:govt(r) t:rtrfi(i,j,r)
    i:ps(sf,j,r)      q:(vfm(sf,j,r)/(1+fpt(sf,j,r)/100))
p:(1+rtrf0(sf,j,r)) va: a:govt(r) t:rtrf(sf,j,r)
    i:pf(mf,r)$vfm(mf,j,r) q:(vfm(mf,j,r)/(1+fpt(mf,j,r)/100))
p:(1+rtrf0(mf,j,r)) va: a:govt(r) t:rtrf(mf,j,r)

*    Supply of international transport

$prod:yt(j)$vtw(j)      s:1
    o:pt(j)          q:vtw(j)
    i:py(j,r)       q:vst(j,r)

*** Imput do Modelo PAEG-TLOG ***

*    Supply of inter-regional transport in Brazil

$prod:ytbr(j)$vtwbr(j) s:1
    o:ptbra(j)      q:vtwbr(j)
    i:py(j,r)      q:vstbr(j,r)

```

```

* Split the inter-regional transportation in Brazil by modals

$prod:ytbrmd(j)$vtwbr(j)  t:0.1
  o:ptmbra(j,md)  q:vtwr_md(j,md)
  i:ptbra(j)      q:vtwbr(j)

* Split modals by product type (agricultural grannel - GSA, and others - CG)

$prod:ytbrmdt(j,md)$vtwr_md(j,md)  t:0.1
  o:ptmbra_gsa(j,md)  q:vtwr_md_gsa(j,md)
  o:ptmbra_cg(j,md)   q:vtwr_md_cg(j,md)
  i:ptmbra(j,md)     q:vtwr_md(j,md)

* Split each modal of GSA by bilateral routes (region of origin and region
of destiny)

$prod:ytbrmd_gsa_r(j,md)$vtwr_md_gsa(j,md)  t:0.1
  o:ptmbra_gsa_r(j,md,bra,bbra)  q:vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra)
  i:ptmbra_gsa(j,md)             q:vtwr_md_gsa(j,md)

* Split each modal of CG by bilateral routes (region of origin and region of
destiny)

$prod:ytbrmd_cg_r(j,md)$vtwr_md_cg(j,md)  t:0.1
  o:ptmbra_cg_r(j,md,bra,bbra)  q:vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra)
  i:ptmbra_cg(j,md)             q:vtwr_md_cg(j,md)

* Allow shocks on efficiency and tax/subsidies is a specific modal and route
of GSA

$prod:ytbrmd_gsa_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra)
  o:ptmbra_gsa_r(j,md,bra,bbra)  q:vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra)
  i:ptmbra_gsa_r(j,md,bra,bbra)
q:(vtwr_md_gsa_r(j,md,bra,bbra)*tr_ef(j,md,bra,bbra))          a:govt(bbra)
t:tr_tax(j,md,bra,bbra)

* Allow shocks on efficiency and tax/subsidies is a specific modal and route
of CG

$prod:ytbrmd_cg_r(j,md,bra,bbra)$vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra)
  o:ptmbra_cg_r(j,md,bra,bbra)  q:vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra)
  i:ptmbra_cg_r(j,md,bra,bbra)
q:(vtwr_md_cg_r(j,md,bra,bbra)*tr_ef(j,md,bra,bbra))          a:govt(bbra)
t:tr_tax(j,md,bra,bbra)

* Demand competition among alternative modals for GSA

$prod:ytbr_gsa_r(j,gsa,bra,bbra)$vtwr(j,gsa,bra,bbra)
s:elt_gsa_br(gsa,"rail") s:elt_gsa_br(gsa,"cabot") a:elt_gsa_br(gsa,"water")
b(a):elt_gsa_br(gsa,"rail")
  o:ptbra_gsa_r(j,gsa,bra,bbra)          q:vtwr(j,gsa,bra,bbra)
  i:ptmbra_gsa_r(j,"road",bra,bbra)
q:vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,"road")        b:
  i:ptmbra_gsa_r(j,"rail",bra,bbra)
q:vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,"rail")        b:
  i:ptmbra_gsa_r(j,"water",bra,bbra)
q:vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,"water")       a:
  i:ptmbra_gsa_r(j,"cabot",bra,bbra)
q:vtwr_m(j,gsa,bra,bbra,"cabot")

```

```

$prod:ytbr_cg_r(j, cg, bra, bbra)$ (vtwr(j, cg, bra, bbra) and not txt(cg))
s:elt_cg_br(cg, "cabot") a:elt_cg_br(cg, "water") b(a):elt_cg_br(cg, "rail")
o:ptbra_cg_r(j, cg, bra, bbra) q:vtwr(j, cg, bra, bbra)
i:ptmbra_cg_r(j, "road", bra, bbra)
q:vtwr_m(j, cg, bra, bbra, "road") b:
i:ptmbra_cg_r(j, "rail", bra, bbra)
q:vtwr_m(j, cg, bra, bbra, "rail") b:
i:ptmbra_cg_r(j, "water", bra, bbra)
q:vtwr_m(j, cg, bra, bbra, "water") a:
i:ptmbra_cg_r(j, "cabot", bra, bbra)
q:vtwr_m(j, cg, bra, bbra, "cabot")

```

```

$prod:ytbr_tx(j, bra, bbra)$ (sum(txt, vtwr(j, txt, bra, bbra)))
s:elt_cg_br("wap", "cabot") a:elt_cg_br("wap", "water")
b(a):elt_cg_br("wap", "rail") o:ptbra_tx(j, bra, bbra) q:(sum(txt,
vtwr(j, txt, bra, bbra)))
i:ptmbra_cg_r(j, "road", bra, bbra)
q:(vtwr_m(j, "tex", bra, bbra, "road")+vtwr_m(j, "wap", bra, bbra, "road"))
b:
i:ptmbra_cg_r(j, "rail", bra, bbra)
q:(vtwr_m(j, "tex", bra, bbra, "rail")+vtwr_m(j, "wap", bra, bbra, "rail"))
b:
i:ptmbra_cg_r(j, "water", bra, bbra)
q:(vtwr_m(j, "tex", bra, bbra, "water")+vtwr_m(j, "wap", bra, bbra, "water"))
a:
i:ptmbra_cg_r(j, "cabot", bra, bbra)
q:(vtwr_m(j, "tex", bra, bbra, "cabot")+vtwr_m(j, "wap", bra, bbra, "cabot"))

```

\* Private consumption (utility function)

```

$prod:c(r)$ (not fam_bra(r)) s:l i.tl:esubd(i)
o:pc(r) q:vpm(r)
i:py(i, r) q:vdpm(i, r) i.tl: p:(1+rtpd0(i, r)) a:govt(r)
t:rtpd(i, r)
i:pm(i, r) q:vipm(i, r) i.tl: p:(1+rtpi0(i, r)) a:govt(r)
t:rtpi(i, r)

```

\* Private consumption by household type in Brazil (utility function)

```

$prod:cbra(r, fam)$fam_bra(r) s:l i.tl:esubd(i)
o:pcbra(r, fam) q:vpm_f(r, "tot", fam)
i:py(i, r) q:(vdpm_fl(r, i, fam)) i.tl: p:(1+rtpd0(i, r))
a:govt(r) t:rtpd(i, r)
i:pm(i, r) q:(vipm_fl(r, i, fam)) i.tl: p:(1+rtpi0(i, r))
a:govt(r) t:rtpi(i, r)

```

\* Public consumption

```

$prod:g(r) s:0 i.tl:esubd(i)
o:pg(r) q:vgm(r)
i:py(i, r) q:vdgm(i, r) i.tl: p:(1+rtgd0(i, r)) a:govt(r)
t:rtgd(i, r)
i:pm(i, r) q:vigm(i, r) i.tl: p:(1+rtgi0(i, r)) a:govt(r)
t:rtgi(i, r)

```

\* Armington aggregation of bilateral imports (except for Brazilian regions)





```

        v:vdpmf_(r,i,fam)$fam_bra(r)                                i:py(i,r)
prod:cbra(r,fam)
        v:vipmf_(r,i,fam)$fam_bra(r)                                i:pm(i,r)
prod:cbra(r,fam)
        v:vgm_(r)                                                    o:pg(r)
prod:g(r)
        v:vom_(i,r)                                                  o:py(i,r)
prod:y(i,r)
        v:vtwr_md_gsa_r_(md,gsa,bra,bbra)$vtwr("otp",gsa,bra,bbra)
i:ptmbra_gsa_r_("otp",md,bra,bbra)      prod:ytbr_gsa_r("otp",gsa,bra,bbra)
        v:vtwr_md_cg_r_(md,cg,bra,bbra)$vtwr("otp",cg,bra,bbra)
i:ptmbra_cg_r_("otp",md,bra,bbra)      prod:ytbr_cg_r("otp",cg,bra,bbra)
        v:vtwr_i_gsa_r_(gsa,bra,bbra)$vtwr_gsa("otp",gsa,bra,bbra)
i:ptbra_gsa_r_("otp",gsa,bra,bbra)      prod:mbr(gsa,bbra)
        v:vtwr_i_cg_r_(cg,bra,bbra)$vtwr_cg("otp",cg,bra,bbra)
i:ptbra_cg_r_("otp",cg,bra,bbra)      prod:mbr(cg,bbra)
        v:vtwr_tx_(txt,bra,bbra)$vtwr("otp",txt,bra,bbra)
i:ptbra_tx_("otp",bra,bbra)      prod:mbr(txt,bbra)

$offtext
$sysinclude mpsgeset paeg

* Define initial values to the auxiliar variables

fmob.l(f,bra)$ (mobperf(f,bra) or mobimperf(f,bra)) = 1;
fmob_con.l(f)$mobperff(f) = 0;

tau.l(r)$ngov(r) = 1;
tau.lo(r)$ngov(r) = -inf;

paeg.workspace = 128;
paeg.iterlim = 0;
$include paeg.gen
solve paeg using mcp;

* Clean-up run:

paeg.ITERLIM = 8000;
$INCLUDE paeg.GEN
SOLVE paeg USING MCP;

* Store initial value of some variables:

parameter vxmd0, m0, vom0, vpm0, vgm0;
vxmd0(i,r,s) = vxmd_.l(i,r,s);
m0(i,r) = m.l(i,r);
vom0(i,r) = vom_.l(i,r);
vpm0(r) = vpm_.l(r);
vpm0(r)$fam_bra(r) = sum(fam, vpmf_.l(r,fam));
vgm0(r) = vgm_.l(r);

parameter vtwr_md_gsa_r_0, vtwr_md_cg_r_0, vtwr_i_gsa_r_0, vtwr_i_cg_r_0;

*vtwr_md_gsa_r_0(md,bra,bbra) = vtwr_md_gsa_r_.l(md,bra,bbra);
vtwr_md_cg_r_0(md,cg,bra,bbra) = vtwr_md_cg_r_.l(md,cg,bra,bbra);
vtwr_i_gsa_r_0(gsa,bra,bbra) = vtwr_i_gsa_r_.l(gsa,bra,bbra);
vtwr_i_cg_r_0(cg,bra,bbra) = vtwr_i_cg_r_.l(cg,bra,bbra);
vtwr_i_cg_r_0(txt,bra,bbra) = vtwr_tx_.l(txt,bra,bbra);

* Define parameters to report:

```

```

parameter ev      Equivalent variation
                  ev_fam  Equivalante variation for Brazilian families
                  cns_f   Consumption of Brazilian Families
                  p_cns_f Changes in the aggregate consumption price of
Brazilian Families
                  pcfam  Consumption price index for multiple households
                  ych    percentage change in output
                  gch    percentage change in government expenses with goods
and services
                  pcttr  percentage change in bilateral trade flows
                  brexp  percentage change in bilateral exports from Brasil
(qtd)
                  brimp  percentage change in bilateral imports to Brasil
(qtd)
                  tpctexp total percentage change in exports - (qtd)
                  tpctimp total percentage change in imports - (qtd)
                  tpctimp2 total percentage change in imports - (qtd)
                  pibr   pib report in real terms
                  pib    pib report in nominal terms
                  chpib_r report changes in pib compounds in real terms
                  chpib  report changes in pib compounds in nomitnal terms
                  pcch   percentage change in the consumer price index - real
                  pcch_  percentage change in the consumer price index -
nominal
                  pych   percentage change in commodities prices - real
                  pych_  percentage change in commodities prices - nominal
                  pfch   percentage change in factor prices - real
                  pfch_  percentage change in factor prices - nominal
                  pmch   percentage change in import prices - real
                  pmch_  percentage change in import prices - nominal
                  fact_real check factor reallocation in Brazil
m_md_gsa_r transportation costs index by modal and granel
solid agri by bilateral route
m_md_cg_r transportation costs index by modal and other type
by bilateral route
m_i_gsa_r transportation costs index by granel solid agri by
bilateral route
m_i_cg_r transportation costs index by other type by
bilateral route
ch_md_gsa_r % change in transportation expenses by modal and
granel solid agri by bilateral route
ch_md_cg_r % change in transportation expenses by modal and
other type by bilateral route
ch_i_gsa_r % change in transportation expenses by granel
solid agri by bilateral route
ch_i_cg_r % change in transportation expenses by other type
by bilateral route
shr_md_gsa share of each modal in each transportation route
shr_md_cg share of each modal in each transportation route
shr_md_gsa_t share of each modal in each transportation route
total
shr_md_cg_t share of each modal in each transportation route
total
ch_pt_cg % change in transportation prices by other type and
by bilateral route
ch_pt_gsa % change in transportation prices by granel solid
agri and by bilateral route
;
*****
***** Shock inter-regional transports in Brazil *****

```

```

*****

***** BR do MAR Project Simulation *****

* application of a 18% subsidy to the cabotage modal in all regions,
concerning to the ICMS exemption simulation;
* (national average of 18% on the bunker, which represents about 30% to 50%
in the of freight):

tr_tax(j,"cabot",bra,bbra) = -0.18;

*****

*Increase in the efficiency of the cabotage modal, through the improvement
of the sector due to the BR do Mar Project proposals;
*low (5%), moderate (10%) and high (15%):

* increase cabot efficiency by low%
*tr_ef(j,"cabot",bra,bbra) = 0.95;

* increase cabot efficiency by moderate%
*tr_ef(j,"cabot",bra,bbra) = 0.90;

* increase cabot efficiency by high%
*tr_ef(j,"cabot",bra,bbra) = 0.85;

*****
***      End of the shocks      ***
*****

* Specify upper and lower bounds to the auxiliar variables:

fmob.lo(f,bra)$ (mobperff(f,bra) or mobimperff(f,bra)) = -inf;
fmob.up(f,bra)$ (mobperff(f,bra) or mobimperff(f,bra)) = +inf;
fmob_con.lo(f)$ (mobperff(f)) = -inf;
fmob_con.up(f)$ (mobperff(f)) = +inf;

tau.l(r)$gov(r) = 1;
tau.lo(r)$gov(r) = -inf;

* Solve the policy case:

$include paeg.gen
  solve paeg using mcp;

* Calculate the welfare impact:

ev(r,"ch_w_%") = round(100 * (C.L(r)-1),5);
ev(r,"ch_w_bi$") = round(vpm(r) * (C.L(r)-1),5);
ev("bra","ch_w_bi$") = sum(bra, ev(bra,"ch_w_bi$"));
ev("bra","ch_w_%") = round(100 * (ev("bra","ch_w_bi$")/sum(bra,
vpm(bra))),5);

ev(r,"ch_w_%")$fam_bra(r) = round(100 * ((sum(fam,
(Cbra.L(r,fam)*vpm_f(r,"tot",fam)))/sum(fam, vpm_f(r,"tot",fam)) - 1),3);
ev(r,"ch_w_bi$")$fam_bra(r) = round(sum(fam,
(Cbra.L(r,fam)*vpm_f(r,"tot",fam)) - sum(fam, vpm_f(r,"tot",fam)),3);

ych(r,j) = round(100 * (y.l(j,r) - 1),3);
ych(r,"tot") = 100*(sum(j, vom_.l(j,r))/sum(j, vom(j,r))-1);

```



```

    ych(r,"tot$") = 100*((sum(j, py.l(j,r)*vom_.l(j,r))/pc.l(r))/sum(j,
vom(j,r))-1);
    gch(r) = round(100 * (g.l(r) - 1),3);

    ev_fam(r,fam,"Cons0")$fam_bra(r) = vpm_f(r,"tot",fam);
    ev_fam(r,fam,"Cons_f")$fam_bra(r) = vpmf_.l(r,fam);
    ev_fam(r,fam,"ch_w_%")$fam_bra(r) = round(100 * (Cbra.L(r,fam)-
1),3);
    ev_fam(r,fam,"ch_w_bi$")$fam_bra(r) = round(vpm_f(r,"tot",fam) *
(Cbra.L(r,fam)-1),3);

* Calculate the aggregated consumption when families are disaggregated
vpm_.l(r)$fam_bra(r) = sum(fam, vpmf_.l(r,fam));

* Calculate changes in household consumption and prices in Brazilian
regions

    cns_f(r,fam,i,"dom_0")$fam_bra(r) = vdpm_fl(r,i,fam);
    cns_f(r,fam,i,"dom_f")$fam_bra(r) = vdpmf_.l(r,i,fam);
    cns_f(r,fam,i,"dom_ch%")$fam_bra(r) and vdpm_fl(r,i,fam) =
round(100*(vdpmf_.l(r,i,fam)/vdpm_fl(r,i,fam)-1),2);
    cns_f(r,fam,i,"imp_0")$fam_bra(r) = vipm_fl(r,i,fam);
    cns_f(r,fam,i,"imp_f")$fam_bra(r) = vipmf_.l(r,i,fam);
    cns_f(r,fam,i,"imp_ch%")$fam_bra(r) and vipm_fl(r,i,fam) =
round(100*(vipmf_.l(r,i,fam)/vipm_fl(r,i,fam)-1),2);

    p_cns_f(r,fam)$fam_bra(r) = round(100 * (pcbra.l(r,fam) - 1),3);

* Calculate change in trade flows:

pcttr(i,s,r)$vxmd0(i,s,r) = round(100*(vxmd_.l(i,s,r)/vxmd0(i,s,r)-1),3);
brexp(i,bra,r) = pcttr(i,bra,r);
brimp(i,bra,r) = pcttr(i,r,bra);

* Changes in total exports and imports

tpctexp(i,s)$sum(r, vxmd0(i,s,r)) = round(100*(sum(r, vxmd_.l(i,s,r))/sum(r,
vxmd0(i,s,r)) - 1),3);
tpctimp(i,r)$sum(s, vxmd0(i,s,r)) = round(100*(sum(s, vxmd_.l(i,s,r))/sum(s,
vxmd0(i,s,r)) - 1),3);
tpctimp2(i,r)$vim(i,r) = round(100*(m.l(i,r)/m0(i,r) - 1),3);

* Define aggregate consumer price index when multiple households are active:

pcfam(r)$fam_bra(r) = sum(fam,
pcbra.l(r,fam)*cbra.l(r,fam)*vpm_f(r,"tot",fam))/sum(fam,
cbra.l(r,fam)*vpm_f(r,"tot",fam));

* PIB real (PIB = private consumption + public consumption + investments +
exports - imports):

pibr(r,"Bs_C") = round(vpm0(r),5);
pibr(r,"Bs_G") = round(vgm0(r),5);
pibr(r,"Bs_I") = round(vom0("cgds",r),5);
pibr(r,"Bs_X") = round(sum((i,s), vxmd0(i,r,s)*(1-rtxs0(i,r,s))),5);
pibr(r,"Bs_M") = round(sum(i, vim(i,r)),5);

pibr(r,"Bs_PIB") = round(pibr(r,"Bs_C")
+ pibr(r,"Bs_G") + pibr(r,"Bs_I")
+ pibr(r,"Bs_X") - pibr(r,"Bs_M"),5);

```

```

pibr(r,"Up_C")$(not fam_bra(r)) = round((pc.l(r)*vpm_.l(r)/pc.l(r)),5);
pibr(r,"Up_G")$(not fam_bra(r)) = round((pg.l(r)*vgm_.l(r)/pc.l(r)),5);
pibr(r,"Up_I")$(not fam_bra(r)) = round((py.l("cgds",r)*vom_.l("cgds",r)/pc.l(r)),5);
pibr(r,"Up_X")$(not fam_bra(r)) = round((sum((i,s), py.l(i,r)*vxmd_.l(i,r,s)*(1-rtxs(i,r,s))) / pc.l(r)),5);
pibr(r,"Up_M")$(not fam_bra(r)) = round(sum(i, pm.l(i,r)*m.l(i,r)*vim(i,r))/pc.l(r),5);
pibr(bra,"Up_M")$(not fam_bra(bra)) = round(sum(i, pm.l(i,bra)*mbra.l(i,bra)*vim(i,bra))/pc.l(bra),5);

pibr(r,"Up_C")$fam_bra(r) = round((pcfam(r)*vpm_.l(r)/pcfam(r)),5);
pibr(r,"Up_G")$fam_bra(r) = round((pg.l(r)*vgm_.l(r)/pcfam(r)),5);
pibr(r,"Up_I")$fam_bra(r) = round((py.l("cgds",r)*vom_.l("cgds",r)/pcfam(r)),5);
pibr(r,"Up_X")$fam_bra(r) = round((sum((i,s), py.l(i,r)*vxmd_.l(i,r,s)*(1-rtxs(i,r,s))) / pcfam(r)),5);
pibr(bra,"Up_M")$fam_bra(bra) = round(sum(i, pm.l(i,bra)*mbra.l(i,bra)*vim(i,bra))/pcfam(bra),5);

pibr(r,"Up_PIB") = round(pibr(r,"Up_C")
+ pibr(r,"Up_G") + pibr(r,"Up_I")
+ pibr(r,"Up_X") - pibr(r,"Up_M"),5);

pibr("bra","Bs_C") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_C"));
pibr("bra","Bs_G") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_G"));
pibr("bra","Bs_I") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_I"));
pibr("bra","Bs_X") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_X"));
pibr("bra","Bs_M") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_M"));
pibr("bra","Bs_PIB") = sum(bra, pibr(bra,"Bs_PIB"));
pibr("bra","Up_C") = sum(bra, pibr(bra,"Up_C"));
pibr("bra","Up_G") = sum(bra, pibr(bra,"Up_G"));
pibr("bra","Up_I") = sum(bra, pibr(bra,"Up_I"));
pibr("bra","Up_X") = sum(bra, pibr(bra,"Up_X"));
pibr("bra","Up_M") = sum(bra, pibr(bra,"Up_M"));
pibr("bra","Up_PIB") = sum(bra, pibr(bra,"Up_PIB"));

pibr("Bs: base data","Up_PIB") = eps;
pibr("Up: updated data","Up_PIB") = eps;
pibr("C: Private Consumption","Up_PIB")= eps;
pibr("G: Government Consumption","Up_PIB")= eps;
pibr("I: Investment","Up_PIB")= eps;
pibr("X: Exports","Up_PIB")= eps;
pibr("M: Imports","Up_PIB")= eps;
pibr("* Data in 2014 US$ bi","Up_PIB")= eps;

* GDP in nominal terms

pib(r,"Bs_C") = round(vpm0(r),5);
pib(r,"Bs_G") = round(vgm0(r),5);
pib(r,"Bs_I") = round(vom0("cgds",r),5);
pib(r,"Bs_X") = round(sum((i,s), vxmd0(i,r,s)*(1-rtxs0(i,r,s))),5);
pib(r,"Bs_M") = round(sum(i, vim(i,r)),5);

pib(r,"Bs_PIB") = round(pib(r,"Bs_C")
+ pib(r,"Bs_G") + pib(r,"Bs_I")
+ pib(r,"Bs_X") - pib(r,"Bs_M"),5);

pibr(r,"Up_C")$(not fam_bra(r)) = round((pc.l(r)*vpm_.l(r)),5);
pibr(r,"Up_G")$(not fam_bra(r)) = round((pg.l(r)*vgm_.l(r)),5);

```

```

pib(r,"Up_I")$(not fam_bra(r)) = round((py.l("cgds",r)*vom_.l("cgds",r)),5);
pib(r,"Up_X")$(not fam_bra(r)) = round((sum((i,s),
py.l(i,r)*vxmd_.l(i,r,s)*(1-rtxs(i,r,s)))),5);
pib(r,"Up_M")$(not fam_bra(r)) = round(sum(i,
pm.l(i,r)*m.l(i,r)*vim(i,r)),5);
pib(bra,"Up_M")$(not fam_bra(bra)) = round(sum(i,
pm.l(i,bra)*mbra.l(i,bra)*vim(i,bra)),5);

pib(r,"Up_C")$fam_bra(r) = round((pcfam(r)*vpm_.l(r)),5);
pib(r,"Up_G")$fam_bra(r) = round((pg.l(r)*vgm_.l(r)),5);
pib(r,"Up_I")$fam_bra(r) = round((py.l("cgds",r)*vom_.l("cgds",r)),5);
pib(r,"Up_X")$fam_bra(r) = round((sum((i,s), py.l(i,r)*vxmd_.l(i,r,s)*(1-
rtxs(i,r,s)))),5);
pib(bra,"Up_M")$fam_bra(bra) = round(sum(i,
pm.l(i,bra)*mbra.l(i,bra)*vim(i,bra)),5);

pib(r,"Up_PIB") = round(pib(r,"Up_C")
+ pib(r,"Up_G") + pib(r,"Up_I")
+ pib(r,"Up_X") - pib(r,"Up_M"),5);

pib("bra","Bs_C") = sum(bra, pib(bra,"Bs_C"));
pib("bra","Bs_G") = sum(bra, pib(bra,"Bs_G"));
pib("bra","Bs_I") = sum(bra, pib(bra,"Bs_I"));
pib("bra","Bs_X") = sum(bra, pib(bra,"Bs_X"));
pib("bra","Bs_M") = sum(bra, pib(bra,"Bs_M"));
pib("bra","Bs_PIB") = sum(bra, pib(bra,"Bs_PIB"));
pib("bra","Up_C") = sum(bra, pib(bra,"Up_C"));
pib("bra","Up_G") = sum(bra, pib(bra,"Up_G"));
pib("bra","Up_I") = sum(bra, pib(bra,"Up_I"));
pib("bra","Up_X") = sum(bra, pib(bra,"Up_X"));
pib("bra","Up_M") = sum(bra, pib(bra,"Up_M"));
pib("bra","Up_PIB") = sum(bra, pib(bra,"Up_PIB"));

pib("Bs: base data","Up_PIB") = eps;
pib("Up: updated data","Up_PIB") = eps;
pib("C: Private Consumption","Up_PIB")= eps;
pib("G: Government Consumption","Up_PIB")= eps;
pib("I: Investment","Up_PIB")= eps;
pib("X: Exports","Up_PIB")= eps;
pib("M: Imports","Up_PIB")= eps;
pib("* Data in 2014 US$ bi","Up_PIB")= eps;

* Change in PIB (real)

chpib_r(r,"ch_C") = pibr(r,"Up_C") - pibr(r,"Bs_C") ;
chpib_r(r,"ch_G") = pibr(r,"Up_G") - pibr(r,"Bs_G") ;
chpib_r(r,"ch_I.") = pibr(r,"Up_I") - pibr(r,"Bs_I") ;
chpib_r(r,"ch_X.") = pibr(r,"Up_X") - pibr(r,"Bs_X") ;
chpib_r(r,"ch_M.") = pibr(r,"Up_M") - pibr(r,"Bs_M") ;
chpib_r(r,"ch_PIB") = pibr(r,"Up_PIB") - pibr(r,"Bs_PIB") ;

chpib_r(r,"%ch_C") = chpib_r(r,"ch_C") / pibr(r,"Bs_C") *100 ;
chpib_r(r,"%ch_G") = chpib_r(r,"ch_G") / pibr(r,"Bs_G") *100 ;
chpib_r(r,"%ch_I.") = chpib_r(r,"ch_I.") / pibr(r,"Bs_I") *100 ;
chpib_r(r,"%ch_X.") = chpib_r(r,"ch_X.") / pibr(r,"Bs_X") *100 ;
chpib_r(r,"%ch_M.") = chpib_r(r,"ch_M.") / pibr(r,"Bs_M") *100 ;
chpib_r(r,"%ch_PIB") = chpib_r(r,"ch_PIB") / pibr(r,"Bs_PIB") *100;

chpib_r("bra","ch_C") = pibr("bra","Up_C") - pibr("bra","Bs_C") ;
chpib_r("bra","ch_G") = pibr("bra","Up_G") - pibr("bra","Bs_G") ;
chpib_r("bra","ch_I.") = pibr("bra","Up_I") - pibr("bra","Bs_I") ;

```

```

chpib_r("bra","ch_X.") = pibr("bra","Up_X") - pibr("bra","Bs_X") ;
chpib_r("bra","ch_M.") = pibr("bra","Up_M") - pibr("bra","Bs_M") ;
chpib_r("bra","ch_PIB") = pibr("bra","Up_PIB") - pibr("bra","Bs_PIB") ;

chpib_r("bra","%ch_C") = chpib_r("bra","ch_C") / pibr("bra","Bs_C") *100 ;
chpib_r("bra","%ch_G") = chpib_r("bra","ch_G") / pibr("bra","Bs_G") *100 ;
chpib_r("bra","%ch_I.") = chpib_r("bra","ch_I.") / pibr("bra","Bs_I") *100 ;
chpib_r("bra","%ch_X.") = chpib_r("bra","ch_X.") / pibr("bra","Bs_X") *100 ;
chpib_r("bra","%ch_M.") = chpib_r("bra","ch_M.") / pibr("bra","Bs_M") *100 ;
chpib_r("bra","%ch_PIB") = chpib_r("bra","ch_PIB") / pibr("bra","Bs_PIB")
*100;

chpib_r("C: Private Consumption","%ch_PIB")= eps;
chpib_r("G: Government Consumption","%ch_PIB")= eps;
chpib_r("I: Investment","%ch_PIB")= eps;
chpib_r("X: Exports","%ch_PIB")= eps;
chpib_r("M: Imports","%ch_PIB")= eps;

* Change in PIB (nominal)

chpib(r,"ch_C") = pib(r,"Up_C") - pib(r,"Bs_C") ;
chpib(r,"ch_G") = pib(r,"Up_G") - pib(r,"Bs_G") ;
chpib(r,"ch_I.") = pib(r,"Up_I") - pib(r,"Bs_I") ;
chpib(r,"ch_X.") = pib(r,"Up_X") - pib(r,"Bs_X") ;
chpib(r,"ch_M.") = pib(r,"Up_M") - pib(r,"Bs_M") ;
chpib(r,"ch_PIB") = pib(r,"Up_PIB") - pib(r,"Bs_PIB") ;

chpib(r,"%ch_C") = chpib(r,"ch_C") / pib(r,"Bs_C") *100 ;
chpib(r,"%ch_G") = chpib(r,"ch_G") / pib(r,"Bs_G") *100 ;
chpib(r,"%ch_I.") = chpib(r,"ch_I.") / pib(r,"Bs_I") *100 ;
chpib(r,"%ch_X.") = chpib(r,"ch_X.") / pib(r,"Bs_X") *100 ;
chpib(r,"%ch_M.") = chpib(r,"ch_M.") / pib(r,"Bs_M") *100 ;
chpib(r,"%ch_PIB") = chpib(r,"ch_PIB") / pib(r,"Bs_PIB") *100;

chpib("bra","ch_C") = pib("bra","Up_C") - pib("bra","Bs_C") ;
chpib("bra","ch_G") = pib("bra","Up_G") - pib("bra","Bs_G") ;
chpib("bra","ch_I.") = pib("bra","Up_I") - pib("bra","Bs_I") ;
chpib("bra","ch_X.") = pib("bra","Up_X") - pib("bra","Bs_X") ;
chpib("bra","ch_M.") = pib("bra","Up_M") - pib("bra","Bs_M") ;
chpib("bra","ch_PIB") = pib("bra","Up_PIB") - pib("bra","Bs_PIB") ;

chpib("bra","%ch_C") = chpib("bra","ch_C") / pib("bra","Bs_C") *100 ;
chpib("bra","%ch_G") = chpib("bra","ch_G") / pib("bra","Bs_G") *100 ;
chpib("bra","%ch_I.") = chpib("bra","ch_I.") / pib("bra","Bs_I") *100 ;
chpib("bra","%ch_X.") = chpib("bra","ch_X.") / pib("bra","Bs_X") *100 ;
chpib("bra","%ch_M.") = chpib("bra","ch_M.") / pib("bra","Bs_M") *100 ;
chpib("bra","%ch_PIB") = chpib("bra","ch_PIB") / pib("bra","Bs_PIB") *100;

chpib("C: Private Consumption","%ch_PIB")= eps;
chpib("G: Government Consumption","%ch_PIB")= eps;
chpib("I: Investment","%ch_PIB")= eps;
chpib("X: Exports","%ch_PIB")= eps;
chpib("M: Imports","%ch_PIB")= eps;

ev(r,"ch_pibr%") = chpib_r(r,"%ch_PIB");
ev(r,"ch_pibr_bi$") = chpib_r(r,"ch_PIB");
ev("bra","ch_pibr_bi$") = chpib_r("bra","ch_PIB");
ev("bra","ch_pibr%") = chpib_r("bra","%ch_PIB");
ev(r,"ch_Gov%") = gch(r);
ev("bra","ch_Gov%") = 100*(sum(bra, vgm(bra)*g.l(bra))/sum(bra, vgm(bra))-
1);

```

```

pcch(r)$ (not fam_bra(r)) = round(100*(pc.l(r)-1),3);
pcch_(r)$ (not fam_bra(r)) = round(100*(pc.l(r)-1),3);
pcch(r)$fam_bra(r) = round(100*(pcfam(r)-1),3);
pcch_(r)$fam_bra(r) = round(100*(pcfam(r)-1),3);

pych(j,r)$ (not fam_bra(r)) = round(100*(py.l(j,r)/pc.l(r)-1),3);
pych_(j,r) = round(100*(py.l(j,r)-1),3);
pych(j,r)$fam_bra(r) = round(100*(py.l(j,r)/pcfam(r)-1),3);

pfch(f,"ch%",r)$ (not fam_bra(r) and evom(f,r)) =
round(100*((pf.l(f,r)/pc.l(r))-1),3);
pfch(f,"real",r)$ (not fam_bra(r) and evom(f,r)) =
round(pf.l(f,r)/pc.l(r),3);
pfch(f,"abs",r)$evom(f,r) = round(pf.l(f,r),3);
pfch(f,"ch%",r)$ (fam_bra(r) and evom(f,r)) =
round(100*((pf.l(f,r)/pcfam(r))-1),3);
pfch(f,"real",r)$ (fam_bra(r) and evom(f,r)) = round(pf.l(f,r)/pcfam(r),3);
pfch_(f,r) = round(100*(pf.l(f,r)-1),3);

pmch(i,r)$ (not fam_bra(r)) = round(100*(pm.l(i,r)/pc.l(r)-1),3);
pmch(i,r)$fam_bra(r) = round(100*(pm.l(i,r)/pcfam(r)-1),3);
pmch_(i,r) = round(100*(pm.l(i,r)-1),3);

fact_real(f,bra,"inicial") = evom(f,bra);
fact_real(f,"total","inicial") = sum(bra, evom(f,bra));
fact_real(f,bra,"final")$mobperff(f) =
evom(f,bra)*(1+tftp(f,bra)/100)*fmob.l(f,bra) + fmob_con.l(f);
fact_real(f,"total","final")$mobperff(f) = sum(bra,
evom(f,bra)*(1+tftp(f,bra)/100)*fmob.l(f,bra) + fmob_con.l(f));
fact_real(f,bra,"mudança")$mobperff(f) = fact_real(f,bra,"final") -
fact_real(f,bra,"inicial");
fact_real(f,"total","mudança")$mobperff(f) = round(sum(bra,
fact_real(f,bra,"mudança")),5);
fact_real(f,bra,"mudança%")$mobperff(f) = 100* fact_real(f,bra,"mudança") /
fact_real(f,bra,"inicial");

*** Variação dos preços do transporte por modal e rotas ***

ch_pt_cg(j,md,bra,bbra)= round(100*(ptmbra_cg_r.l(j,md,bra,bbra)-1),3);
ch_pt_gsa(j,md,bra,bbra)= round(100*(ptmbra_gsa_r.l(j,md,bra,bbra)-1),3);

fact_real(f,bra,"inicial") = evom(f,bra);
fact_real(f,"total","inicial") = sum(bra, evom(f,bra));
fact_real(f,bra,"final")$mobperff(f) = evom(f,bra)*fmob.l(f,bra) +
fmob_con.l(f);
fact_real(f,"total","final")$mobperff(f) = sum(bra,
evom(f,bra)*fmob.l(f,bra) + fmob_con.l(f));
fact_real(f,bra,"mudança")$mobperff(f) = fact_real(f,bra,"final") -
fact_real(f,bra,"inicial");
fact_real(f,"total","mudança")$mobperff(f) = sum(bra,
fact_real(f,bra,"mudança"));

*m_md_gsa_r(md,gsa,bra,bbra) = vtwr_md_gsa_r_.l(md,gsa,bra,bbra);
m_md_cg_r(md,cg,bra,bbra) = vtwr_md_cg_r_.l(md,cg,bra,bbra);
m_i_gsa_r(gsa,bra,bbra) = vtwr_i_gsa_r_.l(gsa,bra,bbra);
m_i_cg_r(cg,bra,bbra) = vtwr_i_cg_r_.l(cg,bra,bbra);
m_i_cg_r(txt,bra,bbra) = vtwr_tx_.l(txt,bra,bbra);

*ch_md_gsa_r(md,gsa,bra,bbra) =
(m_md_gsa_r(md,gsa,bra,bbra)/vtwr_md_gsa_r_0(md,gsa,bra,bbra) - 1)*100;

```

```

ch_md_cg_r(md, cg, bra, bbra) $vtwr_md_cg_r_0(md, cg, bra, bbra) =
(m_md_cg_r(md, cg, bra, bbra) / vtwr_md_cg_r_0(md, cg, bra, bbra) - 1) * 100;
ch_i_gsa_r(gsa, bra, bbra) $vtwr_i_gsa_r_0(gsa, bra, bbra) =
(m_i_gsa_r(gsa, bra, bbra) / vtwr_i_gsa_r_0(gsa, bra, bbra) - 1) * 100;
ch_i_cg_r(cg, bra, bbra) $vtwr_i_cg_r_0(cg, bra, bbra) =
(m_i_cg_r(cg, bra, bbra) / vtwr_i_cg_r_0(cg, bra, bbra) - 1) * 100;

* Calculate the share of each modal in the transportation in Brazilian regions
shr_md_gsa(md, bra, bbra, "0") $sum(md_, vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)) =
100 * vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra) / sum(md_,
vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra));
shr_md_gsa(md, bra, bbra, "f") $sum(md_, vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)) =
100 * ytbrmd_gsa_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra) /
sum(md_,
ytbrmd_gsa_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra));
shr_md_cg(md, bra, bbra, "0") $sum(md_, vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)) =
100 * vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra) / sum(md_,
vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra));
shr_md_cg(md, bra, bbra, "f") $sum(md_, vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)) =
100 * ytbrmd_cg_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra) /
sum(md_,
ytbrmd_cg_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra));

shr_md_gsa_t(md, bra, "0") = 100 * (sum(bbra,
vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_, bbra),
vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_gsa_t(md, "tot", "0") = 100 * (sum((bra, bbra),
vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_, bra, bbra),
vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_gsa_t(md, bra, "f") = 100 * (sum(bbra,
ytbrmd_gsa_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((m
d_, bbra),
ytbrmd_gsa_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_gsa_t(md, "tot", "f") = 100 * (sum((bra, bbra),
ytbrmd_gsa_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((m
d_, bra, bbra),
ytbrmd_gsa_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_gsa_r("otp", md_, bra, bbra)));

shr_md_cg_t(md, bra, "0") = 100 * (sum(bbra,
vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_, bbra),
vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_cg_t(md, "tot", "0") = 100 * (sum((bra, bbra),
vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_, bra, bbra),
vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_cg_t(md, bra, "f") = 100 * (sum(bbra,
ytbrmd_cg_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_
, bbra),
ytbrmd_cg_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)));
shr_md_cg_t(md, "tot", "f") = 100 * (sum((bra, bbra),
ytbrmd_cg_r_1("otp", md, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md, bra, bbra)) / sum((md_
, bra, bbra),
ytbrmd_cg_r_1("otp", md_, bra, bbra) * vtwr_md_cg_r("otp", md_, bra, bbra)));

* Display results:

option ev:3, ych:3, gch:3, pibr:2, chpib_r:2;
display ev, ych, gch, brexp, brimp, tpctexp, tpctimp;
display pcch, pcch_, pych, pych_, pfch, pfch_, pmch, pmch_;
display pib, chpib, pibr, chpib_r, ev_fam, p_cns_f, cns_f, fact_real;
display ch_pt_cg, ch_pt_gsa;
option ch_md_cg_r:3, ch_i_gsa_r:3, ch_i_cg_r:3;

```

```

*ch_md_gsa_r:3,
DISPLAY ch_md_cg_r, ch_i_gsa_r, ch_i_cg_r;
*ch_md_gsa_r,
display shr_md_gsa, shr_md_cg;

* Dump all data and results in a.gdx:

execute_unload "%datagdx%resultados.gdx"

*$exit

* Dump some parameter results in.gdx and csv files:

$ifthen %system.filesys% == UNIX
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%fact_real.csv symb=fact_real cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%cns_f.csv symb=cns_f cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%p_cns_f.csv symb=p_cns_f cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ev_fam.csv symb=ev_fam cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%piobr.csv
symb=piobr cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%chpib_r.csv symb=chpib_r cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%pmch.csv
symb=pmch cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%pfch.csv
symb=pfch cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%pych.csv
symb=pych cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%pcch.csv
symb=pcch cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%tpctimp.csv symb=tpctimp cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%tpctexp.csv symb=tpctexp cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%brimp.csv symb=brimp cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%brexp.csv symb=brexp cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%ych.csv
symb=ych cdim=y'
execute 'gxdump %datagdx%resultados.gdx format=csv output=%results%ev.csv
symb=ev cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ch_md_cg_r.csv symb=ch_md_cg_r cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ch_i_gsa_r.csv symb=ch_i_gsa_r cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ch_i_cg_r.csv symb=ch_i_cg_r cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%shr_md_gsa.csv symb=shr_md_gsa cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%shr_md_cg.csv symb=shr_md_cg cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ch_pt_cg.csv symb=ch_pt_cg cdim=y'
execute          'gxdump          %datagdx%resultados.gdx          format=csv
output=%results%ch_pt_gsa.csv symb=ch_pt_gsa cdim=y'

```

```
* Dump results in an excel file:
```

```
$else
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=fact_real rng=21_fact_real!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=cns_f rng=20_c_fam!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=p_cns_f rng=19_p_fam!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ev_fam rng=18_wel_fam!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=pibr rng=17_pib!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=chpib_r rng=16_chpib!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=pmch rng=15_pm_ch!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=pfch rng=14_pf_ch!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=pych rng=13_py_ch!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=pcch rng=12_pc_ch!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=tpctimp rng=11_tot_imp!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=tpctexp rng=10_tot_exp!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=brimp rng=9_br_imp!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=brexp rng=8_br_exp!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ych rng=7_output!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls par=ev
rng=6_welfare!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ch_md_cg_r rng=5_ch_md_cg_r!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ch_i_gsa_r rng=4_ch_i_gsa_r!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ch_i_cg_r rng=3_ch_i_cg_r!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=shr_md_gsa rng=2shr_md_gsa!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=shr_md_cg rng=1shr_md_cg!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=shr_md_gsa_t rng=shr_md_gsa_t!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=shr_md_cg_t rng=shr_md_cg_t!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ch_pt_cg rng=ch_pt_cg!a1'
execute 'gdxxrw.exe %datagdx%resultados.gdx o=%results%resultados.xls
par=ch_pt_gsa rng=ch_pt_gsa!a1'
$endif
```



## APÊNDICE C - Resultados setoriais com todos os experimentos

## C1 - Mudanças (%) sobre a produção – setor agropecuário

Regiões/Experimento	pdr	gro	osd	c b	oap	rmk	agr
<b>COE</b>							
E1	0.033	-0.001	-0.007		-0.01	-0.005	
E2A	-0.148	-0.039	-0.007	-0.066	-0.016	-0.035	-0.042
E2B	-0.304	-0.08	-0.015	-0.135	-0.033	-0.072	-0.085
E2C	-0.467	-0.122	-0.023	-0.207	-0.049	-0.11	-0.131
E3	-0.439	-0.123	-0.03	-0.207	-0.057	-0.115	-0.132
<b>NDE</b>							
E1	-0.005	-0.005	-0.031	0.02	0.004	0.031	0.01
E2A	0.023	-0.014	-0.05	0.034	0.033	0.074	0.031
E2B	0.047	-0.029	-0.102	0.07	0.068	0.152	0.063
E2C	0.073	-0.045	-0.155	0.107	0.103	0.233	0.097
E3	0.068	-0.05	-0.182	0.124	0.106	0.259	0.105
<b>NOR</b>							
E1	0.03	0.007	0.003	0.039	0.015	0.028	-0.002
E2A	-0.009	-0.036	-0.021	-0.022	0.02	0.04	0.003
E2B	-0.016	-0.074	-0.043	-0.044	0.042	0.082	0.006
E2C	-0.022	-0.114	-0.066	-0.067	0.064	0.128	0.01
E3	0.003	-0.107	-0.063	-0.033	0.077	0.153	0.009
<b>SDE</b>							
E1	-0.072	-0.005	0.004	-0.002	-0.002	-0.006	-0.004
E2A	0.218	-0.002	-0.053	0.038	-0.013	-0.006	-0.011
E2B	0.45	-0.004	-0.109	0.08	-0.026	-0.012	-0.023
E2C	0.7	-0.006	-0.169	0.124	-0.04	-0.018	-0.035
E3	0.636	-0.011	-0.166	0.123	-0.042	-0.023	-0.038
<b>SUL</b>							
E1	0.024	0.008		0.004	0.006	0.012	0.006
E2A	-0.087	-0.024	-0.001	-0.037	-0.014	-0.031	
E2B	-0.183	-0.05	-0.003	-0.077	-0.03	-0.065	-0.001
E2C	-0.287	-0.079	-0.007	-0.121	-0.048	-0.102	-0.002
E3	-0.265	-0.072	-0.006	-0.117	-0.044	-0.092	0.003

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

## C2 - Mudanças (%) sobre a produção – setor de manufaturas

Regiões/Experimento	foo	tex	wap	lum	ppp	crp	man
<b>COE</b>							
E1	-0.026	-0.019	-0.029	-0.015	-0.02	-0.026	
E2A	0.002	-0.029	0.046	-0.017	-0.01	-0.041	-0.106
E2B	0.007	-0.059	0.094	-0.034	-0.021	-0.084	-0.214
E2C	0.013	-0.09	0.146	-0.051	-0.032	-0.129	-0.326
E3	-0.008	-0.106	0.12	-0.065	-0.05	-0.152	-0.328
<b>NDE</b>							
E1	0.009	0.025	-0.007	0.014	0.012	0.078	0.044
E2A	0.056	0.041	0.027	0.028	0.046	0.142	0.102
E2B	0.114	0.084	0.055	0.058	0.094	0.289	0.208
E2C	0.174	0.128	0.083	0.089	0.143	0.442	0.317
E3	0.181	0.15	0.076	0.101	0.153	0.51	0.354
<b>NOR</b>							
E1	-0.007	0.003	-0.068	-0.013	-0.031	-0.011	0.082
E2A	0.005	0.01	-0.054	0.005	-0.027	-0.018	0.062
E2B	0.011	0.021	-0.111	0.01	-0.055	-0.036	0.127
E2C	0.016	0.032	-0.171	0.017	-0.085	-0.054	0.194
E3	0.01	0.035	-0.231	0.006	-0.113	-0.062	0.267
<b>SDE</b>							
E1	-0.006	0.008	-0.019	-0.008	0.001	0.012	0.003
E2A	-0.001	0.01	0.01	-0.002	-0.001	0.009	0.009
E2B	-0.002	0.021	0.022	-0.003	-0.001	0.019	0.019
E2C	-0.001	0.032	0.036	-0.004	-0.001	0.031	0.03
E3	-0.006	0.039	0.02	-0.01		0.042	0.033
<b>SUL</b>							
E1	0.011	-0.003	0.005	0.014	-0.01	-0.023	-0.012
E2A	-0.048	-0.019	-0.024	-0.01	-0.032	-0.075	-0.073
E2B	-0.101	-0.039	-0.051	-0.023	-0.066	-0.155	-0.15
E2C	-0.161	-0.061	-0.08	-0.038	-0.102	-0.24	-0.233
E3	-0.153	-0.063	-0.076	-0.027	-0.111	-0.26	-0.244

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

## C3 - Mudanças (%) sobre a produção – setor de serviços

Regiões/Experimento	siu	cns	trd	otp	ser
<b>COE</b>					
E1	-0.006	-0.01	-0.007	-0.001	-0.006
E2A	-0.034	-0.039	-0.028	-0.057	-0.027
E2B	-0.069	-0.081	-0.057	-0.116	-0.055
E2C	-0.105	-0.123	-0.087	-0.177	-0.084
E3	-0.111	-0.132	-0.094	-0.178	-0.09
<b>NDE</b>					
E1	0.027	0.005	0.017	0.012	0.003
E2A	0.065	0.043	0.034	0.023	0.027
E2B	0.132	0.089	0.069	0.048	0.054
E2C	0.202	0.136	0.106	0.075	0.083
E3	0.224	0.14	0.12	0.084	0.085
<b>NOR</b>					
E1	0.024	0.029	0.015	0.04	0.017
E2A	0.025	0.036	0.016	-0.066	0.021
E2B	0.052	0.073	0.033	-0.132	0.044
E2C	0.08	0.112	0.051	-0.2	0.067
E3	0.101	0.138	0.065	-0.167	0.082
<b>SDE</b>					
E1	-0.001	-0.005	-0.003	-0.001	-0.004
E2A		-0.003		-0.007	-0.004
E2B		-0.006		-0.014	-0.009
E2C		-0.009	0.001	-0.021	-0.014
E3	-0.001	-0.013	-0.001	-0.021	-0.017
<b>SUL</b>					
E1	-0.002	-0.009	-0.003	0.002	-0.007
E2A	-0.012	-0.023	-0.015	-0.03	-0.006
E2B	-0.025	-0.049	-0.033	-0.062	-0.011
E2C	-0.04	-0.076	-0.051	-0.096	-0.018
E3	-0.042	-0.085	-0.055	-0.095	-0.024

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo.

## APÊNDICE D - Resultados do comércio inter-regional e internacional dos setores econômicos

## D1 - Resultados das exportações setoriais inter-regional e internacional com origem nas grandes regiões brasileiras

Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional															
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS
pdr	NOR		0,186	-1,507	-0,249	-1,156	0,323	0,229			0,283	0,246	0,228			0,241			0,246	0,221		
	NDE	-0,118		-1,739	-0,905	-1,029	-0,748	-0,847			-0,789	-0,872	-0,843			-0,877			-0,872	-0,851		
	COE	0,548	-0,614		-1,322	-0,586	0,18	0,083			0,139	0,079	0,085			0,074			0,08	0,077		
	SDE	-2,039	-1,252	-2,107		-1,305	-0,807	-0,92			-0,847	-1,06	-0,901			-1,065			-1,059	-0,914		
	SUL	-1,324	-0,765	-0,578	-0,648		0,396	0,3			0,355	0,306	0,3			0,301			0,307	0,292		
gro	NOR		-0,408	-0,487	-0,464	-0,707	-0,002	-0,01		-0,011	-0,007	-0,01	-0,011	-0,004		-0,013	-0,011	-0,011	0,01	-0,003	0,002	-0,012
	NDE	-0,267		-0,514	-0,699	-0,642	-0,202	-0,21		-0,211	-0,207	-0,21	-0,211	-0,204		-0,212	-0,211	-0,216	-0,19	-0,202	-0,197	-0,217
	COE	-0,026	-0,315		-0,686	-0,639	-0,07	-0,078		-0,079	-0,075	-0,078	-0,079	-0,072		-0,08	-0,082	-0,107	-0,058	-0,07	-0,065	-0,108
	SDE	-0,275	-0,268	-0,41		-0,55	-0,084	-0,092		-0,093	-0,089	-0,092	-0,093	-0,086		-0,094	-0,095	-0,106	-0,072	-0,085	-0,08	-0,107
	SUL	-0,154	-0,223	-0,213	-0,395		0,081	0,072		0,072	0,076	0,073	0,072	0,079		0,07	0,073	0,079	0,092	0,08	0,085	0,078
osd	NOR		-0,055	-1	-0,085	-1,181	0,068	0,066		0,055	0,054	0,063	0,059	0,058	0,071	0,081		0,053	0,068	0,057	0,056	0,05
	NDE	0,329		-0,825	-0,009	-0,843	-0,261	-0,263		-0,274	-0,275	-0,266	-0,27	-0,271	-0,259	-0,248		-0,279	-0,261	-0,272	-0,273	-0,279
	COE	0,58	-0,23		-0,291	-0,734	0,079	0,077		0,066	0,065	0,073	0,069	0,069	0,081	0,092		0,063	0,079	0,067	0,067	0,061
	SDE	-0,521	-0,386	-0,87		-0,837	-0,183	-0,185		-0,196	-0,198	-0,189	-0,193	-0,193	-0,181	-0,171		-0,205	-0,183	-0,195	-0,195	-0,201
	SUL	-0,4	-0,393	-0,404	-0,024		0,146	0,144		0,133	0,132	0,141	0,137	0,136	0,149	0,159		0,131	0,146	0,135	0,134	0,128
c_b	NOR		-0,531	-0,521	-0,157	-0,791																
	NDE	-0,379		-0,785	-0,609	-1,025																
	COE	-0,062	-0,969		-0,928	-0,841																
	SDE	-0,036	0,035	-0,408		-0,645																
	SUL	-0,487	-0,755	-0,188	-0,325																	
oap	NOR		0,288	-0,228	0,077	0,048	-0,015	-0,058	-0,059	-0,059	-0,049	-0,058	-0,055	-0,059	-0,061	-0,06	-0,06	-0,056	-0,059	-0,047	-0,044	-0,06
	NDE	0,036		-0,396	0,124	-0,051	-0,143	-0,236	-0,238	-0,234	-0,203	-0,236	-0,222	-0,235	-0,243	-0,239	-0,237	-0,231	-0,238	-0,183	-0,179	-0,239
	COE	0,14	0,151		-0,018	-0,185	0,019	-0,011	-0,012	-0,012	-0,008	-0,011	-0,012	-0,012	-0,013	-0,014	-0,013	-0,01	-0,012	-0,01	-0,009	-0,013
	SDE	0,132	0,267	-0,245		-0,234	-0,038	-0,147	-0,149	-0,142	-0,097	-0,146	-0,121	-0,143	-0,159	-0,149	-0,147	-0,137	-0,148	-0,077	-0,073	-0,15
	SUL	0,227	0,237	-0,002	0,065		0,078	0,087	0,086	0,083	0,069	0,086	0,075	0,084	0,089	0,084	0,084	0,085	0,086	0,053	0,054	0,085
rmk	NOR		0,355	-0,204	0,33	0,302	0,037	0,026	0,026	0,024	0,027	0,027	0,026	0,023	0,025	0,024	0,024	0,027	0,027	0,023	0,026	0,026
	NDE	2,266		-0,505	1,572	0,848	-0,126	-0,136	-0,137	-0,138	-0,136	-0,136	-0,137	-0,139	-0,137	-0,139	-0,139	-0,136	-0,136	-0,139	-0,136	-0,137
	COE	-0,622	-0,394		-0,127	-0,373	-0,082	-0,093	-0,094	-0,095	-0,093	-0,092	-0,094	-0,096	-0,094	-0,096	-0,096	-0,093	-0,092	-0,096	-0,093	-0,094
	SDE	0,18	0,429	-0,307		-0,318	-0,25	-0,26	-0,261	-0,262	-0,26	-0,26	-0,261	-0,263	-0,261	-0,263	-0,263	-0,26	-0,26	-0,263	-0,26	-0,261
	SUL	-0,075	-0,009	0,201	0,048		0,27	0,259	0,259	0,257	0,26	0,26	0,259	0,256	0,258	0,257	0,257	0,26	0,26	0,256	0,259	0,259
agr	NOR		0,453	-0,161	0,004	-0,131	-0,086	-0,101	-0,104	-0,1	-0,104	-0,103	-0,106	-0,104	-0,107	-0,107	-0,108	-0,104	-0,103	-0,108	-0,108	-0,107
	NDE	-0,149		-0,412	-0,129	-0,327	-0,341	-0,359	-0,36	-0,358	-0,361	-0,358	-0,362	-0,363	-0,365	-0,357	-0,361	-0,363	-0,358	-0,36	-0,364	-0,36
	COE	-0,01	0,091		-0,119	-0,282	-0,137	-0,156	-0,157	-0,155	-0,158	-0,154	-0,159	-0,16	-0,162	-0,153	-0,157	-0,16	-0,155	-0,157	-0,16	-0,156

Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional															
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS
	SDE	0,021	0,262	-0,225		-0,248	-0,159	-0,178	-0,179	-0,177	-0,179	-0,176	-0,18	-0,181	-0,183	-0,176	-0,179	-0,181	-0,176	-0,179	-0,182	-0,178
	SUL	0,316	0,4	0,115	0,185		0,169	0,157	0,153	0,159	0,154	0,152	0,15	0,155	0,152	0,143	0,145	0,156	0,152	0,145	0,149	0,145
foo	NOR		0,886	-0,718	0,489	0,296	-0,269	-0,303	-0,301	-0,307	-0,3	-0,3	-0,302	-0,303	-0,29	-0,299	-0,295	-0,302	-0,297	-0,295	-0,294	-0,297
	NDE	0,506		-0,932	2,587	3,517	-0,329	-0,363	-0,359	-0,366	-0,36	-0,358	-0,362	-0,363	-0,35	-0,359	-0,354	-0,36	-0,355	-0,354	-0,354	-0,355
	COE	-0,186	-0,03		0,074	-1,163	-0,012	-0,047	-0,045	-0,049	-0,044	-0,044	-0,046	-0,046	-0,032	-0,041	-0,039	-0,046	-0,041	-0,039	-0,037	-0,041
	SDE	0,477	0,575	-0,657		1,155	-0,194	-0,228	-0,224	-0,232	-0,225	-0,223	-0,227	-0,229	-0,215	-0,224	-0,219	-0,226	-0,22	-0,22	-0,219	-0,22
	SUL	-0,114	-0,035	-0,554	-0,226		0,087	0,052	0,052	0,05	0,055	0,053	0,053	0,054	0,067	0,058	0,06	0,051	0,056	0,06	0,062	0,057
tex	NOR		-0,139	-0,819	-0,03	0,374	-0,345	-0,36	-0,361	-0,36	-0,359	-0,361	-0,36	-0,36	-0,361	-0,361	-0,36	-0,36	-0,361	-0,36	-0,361	-0,36
	NDE	0,68		-0,383	0,443	0,186	-0,236	-0,251	-0,255	-0,251	-0,249	-0,256	-0,253	-0,248	-0,257	-0,259	-0,252	-0,256	-0,258	-0,25	-0,262	-0,252
	COE	-0,109	-0,386			-0,503	-0,159	-0,175	-0,176	-0,174	-0,173	-0,176	-0,175	-0,173	-0,176	-0,177	-0,175	-0,176	-0,174	-0,178	-0,178	-0,175
	SDE	0,428	0,803	-0,43		0,498	-0,134	-0,149	-0,151	-0,148	-0,147	-0,152	-0,15	-0,147	-0,153	-0,154	-0,149	-0,152	-0,153	-0,148	-0,156	-0,15
	SUL	0,251	-0,086	-0,064	0,053		0,137	0,122	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,122	0,124	0,125	0,123	0,124	0,124	0,122	0,125	0,123
wap	NOR		0,95		1,678	-0,824	-0,665	-0,679	-0,678	-0,68	-0,674	-0,681	-0,68	-0,682	-0,68	-0,678	-0,682	-0,676	-0,681	-0,677	-0,679	-0,68
	NDE	0,516		-1,26	2,921	3,549	-0,596	-0,609	-0,608	-0,609	-0,604	-0,61	-0,61	-0,611	-0,609	-0,606	-0,61	-0,606	-0,61	-0,607	-0,608	-0,609
	COE	0,097	0,166		-1,467	-0,265	0,077	0,066	0,067	0,069	0,068	0,067	0,067	0,066	0,066	0,073	0,068	0,067	0,069	0,066	0,067	0,067
	SDE	0,402	0,94	-0,338		6,184	-0,238	-0,251	-0,25	-0,251	-0,246	-0,251	-0,251	-0,253	-0,251	-0,248	-0,252	-0,248	-0,252	-0,249	-0,25	-0,251
	SUL	0,034	0,11	-1,396	-0,067		0,004	-0,007	-0,007	-0,005	-0,006	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,001	-0,006	-0,006	-0,005	-0,007	-0,007	-0,007
lum	NOR		-0,107	-0,58	0,057	-0,103	-0,443	-0,454	-0,457	-0,452	-0,452	-0,456	-0,457	-0,452	-0,457	-0,457	-0,456	-0,457	-0,457	-0,456	-0,456	-0,458
	NDE	0,089		-0,613	0,867	0,663	-0,361	-0,382	-0,384	-0,371	-0,372	-0,379	-0,377	-0,344	-0,375	-0,372	-0,381	-0,381	-0,382	-0,377	-0,378	-0,384
	COE	0,242	0,157		-0,114	-0,301	-0,073	-0,084	-0,087	-0,082	-0,082	-0,087	-0,087	-0,083	-0,088	-0,087	-0,087	-0,088	-0,087	-0,088	-0,086	-0,088
	SDE	0,346	0,22	-0,396		0,714	-0,201	-0,221	-0,223	-0,211	-0,212	-0,218	-0,217	-0,189	-0,216	-0,213	-0,221	-0,221	-0,222	-0,217	-0,218	-0,223
	SUL	0,422	0,318	-0,139	-0,014		0,1	0,091	0,089	0,091	0,092	0,088	0,086	0,083	0,086	0,086	0,088	0,088	0,087	0,087	0,088	0,087
ppp	NOR		0,012	-0,731	0,029	-0,1	-0,449	-0,469	-0,472	-0,47	-0,467	-0,471	-0,473	-0,472	-0,474	-0,465	-0,473	-0,472	-0,471	-0,471	-0,472	-0,472
	NDE	1,781		-0,464	1,555	1,136	-0,065	-0,092	-0,095	-0,093	-0,088	-0,094	-0,096	-0,095	-0,106	-0,088	-0,094	-0,095	-0,092	-0,088	-0,092	-0,092
	COE	-0,256	-0,462		-0,307	-0,773	-0,115	-0,137	-0,14	-0,138	-0,134	-0,139	-0,141	-0,14	-0,143	-0,133	-0,14	-0,14	-0,138	-0,138	-0,139	-0,139
	SDE	0,52	0,634	-0,335		0,501	-0,117	-0,139	-0,143	-0,141	-0,137	-0,142	-0,144	-0,143	-0,148	-0,136	-0,143	-0,143	-0,141	-0,139	-0,141	-0,141
	SUL	0,062	-0,226	-0,169	-0,094		0,191	0,175	0,172	0,174	0,176	0,173	0,172	0,173	0,176	0,179	0,17	0,172	0,172	0,169	0,171	0,171
crp	NOR		0,389	-0,007	0,355	-0,082	-0,005	-0,013	-0,013	-0,013	-0,011	-0,013	-0,014	-0,013	-0,013	-0,013	-0,014	-0,012	-0,013	-0,013	-0,013	-0,012
	NDE	1,778		-0,596	2,144	1,765	-0,061	-0,068	-0,07	-0,068	-0,066	-0,069	-0,07	-0,069	-0,069	-0,069	-0,069	-0,069	-0,069	-0,069	-0,067	-0,067
	COE	-1,642	-0,789		-1,305	-1,463	-0,338	-0,347	-0,352	-0,345	-0,344	-0,349	-0,35	-0,348	-0,348	-0,346	-0,347	-0,349	-0,348	-0,347	-0,343	-0,344
	SDE	0,916	1,003	-0,582		0,47	-0,084	-0,092	-0,094	-0,091	-0,09	-0,093	-0,094	-0,092	-0,092	-0,092	-0,092	-0,093	-0,093	-0,092	-0,09	-0,09
	SUL	-0,844	-0,157	-0,507	0,415		0,305	0,302	0,312	0,296	0,3	0,306	0,305	0,304	0,305	0,299	0,299	0,309	0,301	0,303	0,292	0,295
man	NOR		0,597	-0,492	1,031	-0,072	-0,406	-0,425	-0,425	-0,427	-0,419	-0,423	-0,426	-0,42	-0,427	-0,42	-0,426	-0,427	-0,423	-0,425	-0,423	-0,426
	NDE	2,894		-0,448	2,483	1,251	-0,181	-0,202	-0,195	-0,207	-0,196	-0,19	-0,201	-0,179	-0,207	-0,179	-0,201	-0,208	-0,187	-0,197	-0,188	-0,2
	COE	-1,383	-2,307		-2,337	-1,571	-0,14	-0,161	-0,153	-0,167	-0,154	-0,147	-0,16	-0,135	-0,167	-0,135	-0,16	-0,168	-0,144	-0,155	-0,145	-0,159
	SDE	1,708	1,469	-0,67		1,261	-0,18	-0,2	-0,198	-0,202	-0,193	-0,195	-0,2	-0,191	-0,202	-0,19	-0,2	-0,202	-0,194	-0,198	-0,194	-0,2
	SUL	-0,457	-0,621	-0,035	-0,654		0,443	0,423	0,412	0,432	0,43	0,402	0,421	0,386	0,43	0,386	0,421	0,431	0,397	0,414	0,399	0,419
siu	NOR						-0,184	-0,182	-0,182	-0,182	-0,183	-0,182	-0,182	-0,182	-0,182	-0,182	-0,181	-0,182	-0,182	-0,182	-0,182	-0,182
	NDE	-0,068		-0,364	-0,234	-0,389	-0,294	-0,292	-0,292	-0,292	-0,293	-0,292	-0,292	-0,292	-0,292	-0,292	-0,291	-0,292	-0,292	-0,292	-0,292	-0,292

Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional																
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS	
	COE	0,117	0,273		-0,05	-0,205	-0,11	-0,107	-0,107	-0,108	-0,108	-0,108	-0,107	-0,108	-0,108	-0,108	-0,108	-0,107	-0,108	-0,108	-0,107	-0,107	-0,107
	SDE	0,076	0,231	-0,221		-0,246	-0,151	-0,149	-0,149	-0,149	-0,15	-0,149	-0,149	-0,149	-0,15	-0,149	-0,149	-0,148	-0,149	-0,149	-0,149	-0,149	-0,149
	SUL	0,299	0,455	0,002	0,132		0,072	0,074	0,075	0,074	0,073	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,075	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
cns	NOR						-0,136	-0,135	-0,135		-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,135	-0,134	-0,135	
	NDE						-0,177	-0,176	-0,175		-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,175	-0,176	-0,176	-0,174	-0,175	
	COE		0,097			-0,118	-0,144	-0,143	-0,143		-0,144	-0,143	-0,143	-0,143	-0,143	-0,144	-0,143	-0,143	-0,143	-0,143	-0,142	-0,143	
	SDE		0,1			-0,115	-0,141	-0,14	-0,14		-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,14	-0,138	-0,14
	SUL	0,152	0,151	-0,136	0,018		-0,091	-0,09	-0,089		-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,089	-0,09	-0,09	-0,088	-0,089	-0,089
trd	NOR		0,105	-0,216	-0,078	-0,201	-0,177	-0,176	-0,175	-0,176	-0,176	-0,175	-0,175	-0,176	-0,175	-0,176	-0,176	-0,175	-0,175	-0,175	-0,175	-0,175	-0,175
	NDE	0,106		-0,161	-0,022	-0,145	-0,121	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,119	-0,12	-0,12	-0,119	-0,119	
	COE	0,166	0,221		0,038	-0,085	-0,061	-0,06	-0,059	-0,06	-0,06	-0,06	-0,059	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,059	-0,06	-0,06	-0,059	-0,059	
	SDE	0,109	0,163	-0,158		-0,142	-0,118	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,117	-0,116	-0,117	-0,117	-0,116	-0,116	-0,116
	SUL	0,227	0,281	-0,04	0,099		-0,001	0,001	0,001			0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
otp	NOR		0,217	-0,106	0,035	-0,112	-0,025	-0,024	-0,023	-0,024	-0,024	-0,023	-0,023	-0,024	-0,024	-0,024	-0,024	-0,023	-0,023	-0,024	-0,023	-0,023	-0,023
	NDE			-0,258	-0,117	-0,264	-0,177	-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,175	-0,176	-0,176	-0,176	-0,176	-0,175	-0,175	-0,176	-0,175	-0,176	-0,175	-0,175
	COE	0,04	0,132		-0,05	-0,197	-0,11	-0,109	-0,108	-0,109	-0,109	-0,108	-0,108	-0,109	-0,109	-0,109	-0,109	-0,108	-0,108	-0,109	-0,108	-0,108	-0,108
	SDE	0,047	0,139	-0,185		-0,19	-0,104	-0,102	-0,102	-0,103	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102	-0,102
	SUL	0,19	0,283	-0,041	0,1		0,04	0,041	0,042	0,041	0,041	0,042	0,041	0,041	0,041	0,041	0,041	0,042	0,042	0,041	0,042	0,042	0,042
ser	NOR		-0,009	-0,413	-0,242	-0,327	-0,309	-0,307	-0,307	-0,308	-0,308	-0,307	-0,307	-0,307	-0,307	-0,307	-0,307	-0,306	-0,306	-0,307	-0,306	-0,306	-0,306
	NDE	-0,102		-0,469	-0,296	-0,381	-0,364	-0,362	-0,362	-0,363	-0,363	-0,362	-0,362	-0,363	-0,362	-0,363	-0,362	-0,362	-0,362	-0,362	-0,362	-0,362	-0,361
	COE	0,284	0,324		0,09	0,004	0,023	0,025	0,025	0,024	0,024	0,025	0,025	0,024	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,026	0,026
	SDE	0,132	0,172	-0,235		-0,147	-0,129	-0,128	-0,128	-0,129	-0,128	-0,128	-0,128	-0,128	-0,128	-0,128	-0,128	-0,127	-0,127	-0,128	-0,127	-0,127	-0,127
	SUL	0,274	0,314	-0,093	0,08		0,013	0,015	0,015	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

## D2 - Resultados das importações setoriais inter-regional e internacional com origem nas grandes regiões brasileiras

Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional															
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS
pdr	NOR		-0,118	0,548	-2,039	-1,324	2,176				2,239		2,246			2,246		2,24	2,252	2,251	2,246	
pdr	NDE	0,186		-0,614	-1,252	-0,765	3,885				3,956		3,964			3,963		3,957	3,969	3,969	3,963	
pdr	COE	-1,507	-1,739		-2,107	-0,578	1,54				1,612		1,62			1,62		1,614	1,625	1,625	1,62	
pdr	SDE	-0,249	-0,905	-1,322		-0,648	4,559				4,62		4,626			4,626		4,619	4,631	4,631	4,626	
pdr	SUL	-1,156	-1,029	-0,586	-1,305		2,513				2,585		2,593			2,593		2,587	2,598	2,598	2,593	
gro	NOR		-0,267	-0,026	-0,275	-0,154	0,317	0,326	0,327	0,328	0,327	0,328	0,327			0,329	0,328		0,322	0,329	0,329	0,328
gro	NDE	-0,408		-0,315	-0,268	-0,223	0,57	0,579	0,58	0,581	0,58	0,581	0,581			0,582	0,581		0,575	0,582	0,582	0,581
gro	COE	-0,487	-0,514		-0,41	-0,213	0,332	0,341	0,342	0,343	0,342	0,343	0,342			0,344	0,343		0,337	0,344	0,344	0,343
gro	SDE	-0,464	-0,699	-0,686		-0,395	0,681	0,69	0,69	0,691	0,69	0,691	0,691			0,693	0,691		0,686	0,692	0,692	0,691
gro	SUL	-0,707	-0,642	-0,639	-0,55		0,263	0,272	0,273	0,274	0,273	0,274	0,273			0,275	0,274		0,268	0,275	0,275	0,274
osd	NOR		0,329	0,58	-0,521	-0,4	1,327	1,337	1,341	1,34	1,342	1,344	1,343			1,342	1,345		1,338	1,347	1,346	1,343
osd	NDE	-0,055		-0,23	-0,386	-0,393	1,873	1,885	1,89	1,89	1,891	1,894	1,893			1,891	1,895		1,889	1,898	1,897	1,894
osd	COE	-1	-0,825		-0,87	-0,404	0,653	0,666	0,672	0,671	0,673	0,676	0,675			0,673	0,677		0,671	0,68	0,679	0,676
osd	SDE	-0,085	-0,009	-0,291		-0,024	2,511	2,522	2,527	2,527	2,528	2,53	2,53			2,528	2,532		2,525	2,534	2,533	2,53
osd	SUL	-1,181	-0,843	-0,734	-0,837		0,75	0,763	0,768	0,768	0,769	0,772	0,771			0,769	0,773		0,767	0,776	0,775	0,772
c b	NOR		-0,379	-0,062	-0,036	-0,487		0,855		0,862	0,861	0,863	0,863		0,86	0,865	0,862	0,858	0,859	0,864	0,864	0,862
c b	NDE	-0,531		-0,969	0,035	-0,755		1,296		1,303	1,302	1,305	1,304		1,302	1,306	1,303	1,3	1,301	1,306	1,306	1,303
c b	COE	-0,521	-0,785		-0,408	-0,188		0,993		1	0,999	1,001	1,001		0,999	1,003	1	0,997	0,997	1,003	1,002	1
c b	SDE	-0,157	-0,609	-0,928		-0,325		2,226		2,233	2,232	2,234	2,234		2,231	2,236	2,233	2,229	2,23	2,236	2,235	2,233
c b	SUL	-0,791	-1,025	-0,841	-0,645			1,04		1,047	1,046	1,049	1,048		1,046	1,05	1,047	1,044	1,045	1,05	1,05	1,047
oap	NOR		0,036	0,14	0,132	0,227	0,171	0,179	0,178	0,18	0,179	0,179	0,179	0,181	0,179	0,18	0,18	0,178	0,178	0,18	0,179	0,179
oap	NDE	0,288		0,151	0,267	0,237	0,213	0,22	0,22	0,221	0,22	0,22	0,22	0,222	0,221	0,222	0,221	0,22	0,219	0,222	0,22	0,22
oap	COE	-0,228	-0,396		-0,245	-0,002	-0,05	-0,042	-0,042	-0,041	-0,042	-0,041	-0,041	-0,04	-0,041	-0,04	-0,041	-0,042	-0,043	-0,04	-0,041	-0,041
oap	SDE	0,077	0,124	-0,018		0,065	0,05	0,054	0,054	0,055	0,054	0,055	0,054	0,056	0,054	0,056	0,055	0,054	0,053	0,056	0,054	0,054
oap	SUL	0,048	-0,051	-0,185	-0,234		-0,172	-0,165	-0,165	-0,164	-0,165	-0,165	-0,165	-0,163	-0,165	-0,164	-0,164	-0,166	-0,166	-0,164	-0,165	-0,165
rmk	NOR		2,266	-0,622	0,18	-0,075	-0,054	-0,03	-0,03	-0,027	-0,029	-0,029	-0,028	-0,025	-0,028	-0,025	-0,026	-0,028	-0,031	-0,024	-0,027	-0,028
rmk	NDE	0,355		-0,394	0,429	-0,009	0,061	0,085	0,085	0,088	0,086	0,086	0,087	0,091	0,087	0,09	0,089	0,087	0,084	0,091	0,088	0,087
rmk	COE	-0,204	-0,505		-0,307	0,201	0,055	0,079	0,079	0,082	0,079	0,08	0,081	0,084	0,081	0,084	0,083	0,08	0,077	0,085	0,082	0,081
rmk	SDE	0,33	1,572	-0,127		0,048	0,161	0,185	0,185	0,188	0,185	0,186	0,187	0,19	0,187	0,19	0,189	0,186	0,183	0,191	0,188	0,187
rmk	SUL	0,302	0,848	-0,373	-0,318		-0,283	-0,26	-0,26	-0,256	-0,259	-0,259	-0,258	-0,254	-0,258	-0,255	-0,256	-0,258	-0,261	-0,254	-0,257	-0,258
agr	NOR		-0,149	-0,01	0,021	0,316	0,153	0,165	0,166	0,166	0,167	0,168	0,169	0,172	0,169	0,172	0,17	0,167	0,166	0,172	0,171	0,169
agr	NDE	0,453		0,091	0,262	0,4	0,287	0,298	0,299	0,299	0,3	0,301	0,302	0,305	0,301	0,305	0,303	0,3	0,298	0,304	0,304	0,302
agr	COE	-0,161	-0,412		-0,225	0,115	-0,022	-0,011	-0,01	-0,01	-0,009	-0,008	-0,007	-0,004	-0,008	-0,005	-0,006	-0,009	-0,011	-0,005	-0,005	-0,007
agr	SDE	0,004	-0,129	-0,119		0,185	0,053	0,063	0,064	0,064	0,065	0,066	0,066	0,069	0,066	0,069	0,067	0,065	0,063	0,069	0,068	0,067
agr	SUL	-0,131	-0,327	-0,282	-0,248		-0,124	-0,113	-0,112	-0,112	-0,111	-0,11	-0,109	-0,106	-0,11	-0,106	-0,108	-0,111	-0,112	-0,107	-0,107	-0,109
foo	NOR		0,506	-0,186	0,477	-0,114	0,015	0,022	0,021	0,023	0,022	0,021	0,021	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,018	0,021	0,02	0,02
foo	NDE	0,886		-0,03	0,575	-0,035	0,155	0,161	0,16	0,162	0,162	0,161	0,161	0,161	0,16	0,16	0,161	0,16	0,157	0,161	0,159	0,159

Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional															
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS
foo	COE	-0,718	-0,932		-0,657	-0,554	0,544	0,551	0,55	0,552	0,551	0,55	0,55	0,551	0,55	0,55	0,55	0,55	0,547	0,55	0,549	0,549
foo	SDE	0,489	2,587	0,074		-0,226	0,261	0,267	0,266	0,268	0,268	0,267	0,267	0,267	0,266	0,266	0,267	0,266	0,263	0,267	0,265	0,265
foo	SUL	0,296	3,517	-1,163	1,155		-0,973	-0,967	-0,968	-0,966	-0,966	-0,967	-0,967	-0,966	-0,968	-0,967	-0,967	-0,968	-0,97	-0,967	-0,969	-0,968
tex	NOR		0,68	-0,109	0,428	0,251	0,183	0,185	0,183	0,184	0,186	0,184	0,184	0,185	0,184	0,184	0,184	0,182	0,184	0,184	0,182	0,181
tex	NDE	-0,139		-0,386	0,803	-0,086	0,004	0,005	0,004	0,004	0,006	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004	0,002	0,001
tex	COE	-0,819	-0,383		-0,43	-0,064	0,193	0,194	0,193	0,193	0,195	0,193	0,193	0,193	0,194	0,193	0,193	0,191	0,193	0,193	0,191	0,19
tex	SDE	-0,03	0,443			0,053	0,01	0,012	0,01	0,011	0,012	0,011	0,011	0,011	0,011	0,01	0,011	0,009	0,011	0,011	0,009	0,008
tex	SUL	0,374	0,186	-0,503	0,498		-0,279	-0,277	-0,279	-0,278	-0,277	-0,278	-0,278	-0,278	-0,278	-0,279	-0,278	-0,28	-0,278	-0,278	-0,28	-0,281
wap	NOR		0,516	0,097	0,402	0,034	0,173	0,172	0,17	0,172	0,173	0,171	0,171	0,172	0,171	0,171	0,171	0,169	0,171	0,171	0,17	0,169
wap	NDE	0,95		0,166	0,94	0,11	0,339	0,338	0,336	0,338	0,339	0,337	0,337	0,338	0,337	0,337	0,337	0,335	0,337	0,337	0,336	0,335
wap	COE		-1,26		-0,338	-1,396	0,826	0,825	0,823	0,825	0,826	0,824	0,824	0,825	0,824	0,824	0,824	0,822	0,824	0,824	0,823	0,822
wap	SDE	1,678	2,921	-1,467		-0,067	0,28	0,28	0,278	0,279	0,28	0,279	0,278	0,279	0,279	0,279	0,279	0,277	0,278	0,279	0,278	0,277
wap	SUL	-0,824	3,549	-0,265	6,184		-0,13	-0,131	-0,133	-0,132	-0,13	-0,132	-0,133	-0,132	-0,132	-0,132	-0,132	-0,134	-0,133	-0,132	-0,133	-0,134
lum	NOR		0,089	0,242	0,346	0,422	0,383	0,38	0,378	0,38	0,381	0,379	0,379	0,379	0,379	0,38	0,379	0,377	0,379	0,379	0,378	0,378
lum	NDE	-0,107		0,157	0,22	0,318	0,286	0,283	0,281	0,283	0,284	0,282	0,282	0,283	0,282	0,283	0,282	0,281	0,283	0,282	0,282	0,281
lum	COE	-0,58	-0,613		-0,396	-0,139	0,308	0,304	0,303	0,305	0,306	0,304	0,303	0,304	0,304	0,304	0,304	0,302	0,304	0,303	0,303	0,302
lum	SDE	0,057	0,867	-0,114		-0,014	0,251	0,248	0,246	0,248	0,249	0,247	0,247	0,247	0,248	0,247	0,245	0,247	0,247	0,246	0,246	0,246
lum	SUL	-0,103	0,663	-0,301	0,714		-0,173	-0,177	-0,178	-0,176	-0,175	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,177	-0,179	-0,177	-0,177	-0,178	-0,179
ppp	NOR		1,781	-0,256	0,52	0,062	0,05	0,048	0,047	0,048	0,048	0,047	0,047	0,048	0,048	0,048	0,046	0,047	0,047	0,047	0,047	0,046
ppp	NDE	0,012		-0,462	0,634	-0,226	-0,124	-0,125	-0,126	-0,126	-0,125	-0,126	-0,126	-0,126	-0,126	-0,126	-0,127	-0,126	-0,126	-0,126	-0,126	-0,127
ppp	COE	-0,731	-0,464		-0,335	-0,169	0,471	0,469	0,468	0,469	0,469	0,468	0,468	0,469	0,469	0,469	0,469	0,467	0,468	0,468	0,468	0,467
ppp	SDE	0,029	1,555	-0,307		-0,094	0,078	0,076	0,075	0,076	0,077	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,076	0,075	0,076	0,076	0,075	0,075
ppp	SUL	-0,1	1,136	-0,773	0,501		-0,572	-0,574	-0,575	-0,574	-0,573	-0,574	-0,574	-0,574	-0,574	-0,574	-0,574	-0,576	-0,574	-0,574	-0,575	-0,576
crp	NOR		1,778	-1,642	0,916	-0,844	-0,787	-0,789	-0,79	-0,788	-0,788	-0,789	-0,79	-0,789	-0,789	-0,789	-0,789	-0,791	-0,789	-0,789	-0,789	-0,791
crp	NDE	0,389		-0,789	1,003	-0,157	-0,169	-0,171	-0,172	-0,17	-0,17	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,171	-0,173	-0,171	-0,171	-0,171	-0,173
crp	COE	-0,007	-0,596		-0,582	-0,507	0,604	0,602	0,6	0,602	0,603	0,601	0,601	0,602	0,601	0,602	0,601	0,6	0,601	0,601	0,601	0,6
crp	SDE	0,355	2,144	-1,305		0,415	-0,2	-0,201	-0,203	-0,201	-0,201	-0,202	-0,202	-0,202	-0,202	-0,201	-0,202	-0,203	-0,202	-0,202	-0,202	-0,204
crp	SUL	-0,082	1,765	-1,463	0,47		-1,01	-1,011	-1,013	-1,011	-1,01	-1,012	-1,012	-1,011	-1,012	-1,011	-1,012	-1,013	-1,012	-1,012	-1,012	-1,013
man	NOR		2,894	-1,383	1,708	-0,457	-0,409	-0,415	-0,416	-0,415	-0,413	-0,416	-0,416	-0,415	-0,414	-0,415	-0,417	-0,415	-0,417	-0,415	-0,417	-0,417
man	NDE	0,597		-2,307	1,469	-0,621	-0,479	-0,484	-0,485	-0,484	-0,482	-0,485	-0,485	-0,484	-0,484	-0,484	-0,486	-0,484	-0,486	-0,484	-0,484	-0,486
man	COE	-0,492	-0,448		-0,67	-0,035	0,891	0,886	0,885	0,886	0,888	0,885	0,885	0,886	0,886	0,886	0,886	0,884	0,886	0,886	0,886	0,884
man	SDE	1,031	2,483	-2,337		-0,654	-0,01	-0,015	-0,017	-0,015	-0,013	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016	-0,015	-0,016	-0,017	-0,015	-0,015	-0,016	-0,017
man	SUL	-0,072	1,251	-1,571	1,261		-1,184	-1,189	-1,191	-1,189	-1,188	-1,19	-1,19	-1,19	-1,19	-1,189	-1,19	-1,191	-1,19	-1,189	-1,19	-1,191
siu	NOR		-0,068	0,117	0,076	0,299	0,226	0,225	0,224	0,225	0,226	0,225	0,225	0,225	0,225	0,226	0,225	0,223	0,225	0,225	0,225	0,224
siu	NDE			0,273	0,231	0,455	0,382	0,381	0,38	0,381	0,382	0,381	0,381	0,381	0,381	0,382	0,381	0,379	0,381	0,381	0,38	0,38
siu	COE		-0,364		-0,221	0,002	-0,071	-0,071	-0,073	-0,072	-0,071	-0,072	-0,072	-0,072	-0,071	-0,072	-0,073	-0,072	-0,072	-0,072	-0,072	-0,073
siu	SDE		-0,234	-0,05		0,132	0,059	0,059	0,057	0,058	0,059	0,058	0,058	0,058	0,058	0,059	0,058	0,057	0,058	0,058	0,058	0,057
siu	SUL		-0,389	-0,205	-0,246		-0,096	-0,097	-0,099	-0,097	-0,097	-0,098	-0,098	-0,098	-0,098	-0,097	-0,098	-0,099	-0,097	-0,098	-0,098	-0,099
cns	NOR					0,152	0,244	0,243	0,242	0,243	0,243	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,241	0,242	0,242	0,242	0,242	0,241



Setor	Origem	Inter-Regional					Internacional															
		NOR	NDE	COE	SDE	SUL	RMS	USA	CAN	MEX	ROA	EUR	REU	JPN	RUS	CHN	IND	ANZ	ASI	AFR	MES	RAS
cns	NDE			0,097	0,1	0,151	0,243	0,241	0,24	0,241	0,242	0,241	0,241	0,241	0,241	0,241	0,24	0,241	0,241	0,241	0,241	0,24
cns	COE					-0,136	-0,044	-0,046	-0,047	-0,046	-0,046	-0,047	-0,047	-0,046	-0,047	-0,046	-0,047	-0,048	-0,046	-0,047	-0,047	-0,047
cns	SDE					0,018	0,109	0,108	0,107	0,108	0,108	0,107	0,107	0,108	0,107	0,108	0,107	0,106	0,108	0,107	0,107	0,106
cns	SUL			-0,118	-0,115		0,027	0,025	0,024	0,025	0,026	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,024	0,025	0,025	0,025	0,024
trd	NOR		0,106	0,166	0,109	0,227	0,229	0,226	0,225	0,227	0,228	0,226	0,226	0,226	0,227	0,226	0,225	0,226	0,226	0,226	0,226	0,225
trd	NDE	0,105		0,221	0,163	0,281	0,283	0,281	0,28	0,281	0,282	0,28	0,28	0,281	0,28	0,281	0,279	0,281	0,28	0,28	0,28	0,279
trd	COE	-0,216	-0,161		-0,158	-0,04	-0,038	-0,04	-0,041	-0,04	-0,039	-0,041	-0,041	-0,04	-0,041	-0,04	-0,041	-0,042	-0,04	-0,041	-0,041	-0,042
trd	SDE	-0,078	-0,022	0,038		0,099	0,101	0,098	0,097	0,099	0,099	0,098	0,098	0,098	0,098	0,099	0,098	0,097	0,098	0,098	0,098	0,097
trd	SUL	-0,201	-0,145	-0,085	-0,142		-0,022	-0,025	-0,026	-0,025	-0,024	-0,025	-0,025	-0,025	-0,024	-0,025	-0,026	-0,025	-0,025	-0,025	-0,026	-0,026
otp	NOR			0,04	0,047	0,19	0,151	0,15	0,149	0,15	0,15	0,149	0,149	0,15	0,149	0,15	0,149	0,148	0,149	0,149	0,149	0,148
otp	NDE	0,217		0,132	0,139	0,283	0,243	0,242	0,241	0,242	0,242	0,241	0,241	0,242	0,241	0,242	0,242	0,24	0,241	0,241	0,241	0,24
otp	COE	-0,106	-0,258		-0,185	-0,041	-0,081	-0,082	-0,083	-0,082	-0,082	-0,082	-0,083	-0,082	-0,082	-0,082	-0,082	-0,083	-0,082	-0,082	-0,083	-0,083
otp	SDE	0,035	-0,117	-0,05		0,1	0,061	0,059	0,058	0,06	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059	0,06	0,059	0,058	0,059	0,059	0,059	0,058
otp	SUL	-0,112	-0,264	-0,197	-0,19		-0,086	-0,088	-0,089	-0,087	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,087	-0,088	-0,089	-0,088	-0,088	-0,088	-0,088	-0,089
ser	NOR		-0,102	0,284	0,132	0,274	0,263	0,26	0,259	0,261	0,261	0,26	0,26	0,26	0,26	0,261	0,26	0,259	0,26	0,26	0,26	0,259
ser	NDE	-0,009		0,324	0,172	0,314	0,302	0,3	0,299	0,3	0,301	0,299	0,299	0,3	0,299	0,3	0,3	0,298	0,3	0,299	0,299	0,298
ser	COE	-0,413	-0,469		-0,235	-0,093	-0,103	-0,106	-0,107	-0,105	-0,105	-0,106	-0,106	-0,106	-0,106	-0,106	-0,106	-0,107	-0,106	-0,106	-0,107	-0,107
ser	SDE	-0,242	-0,296	0,09		0,08	0,069	0,066	0,065	0,066	0,067	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,065	0,066	0,066	0,065	0,065	0,065
ser	SUL	-0,327	-0,381	0,004	-0,147		-0,017	-0,019	-0,02	-0,019	-0,018	-0,02	-0,02	-0,019	-0,02	-0,019	-0,02	-0,021	-0,02	-0,02	-0,02	-0,021

Fonte: Elaborado com base nos resultados do estudo (2022).

APÊNDICE E - Elasticidades do tipo CES utilizadas de estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020)

E1 - Elasticidades do tipo CES utilizadas do estudo de Betarelli Jr., Domingues e Hewings (2020)

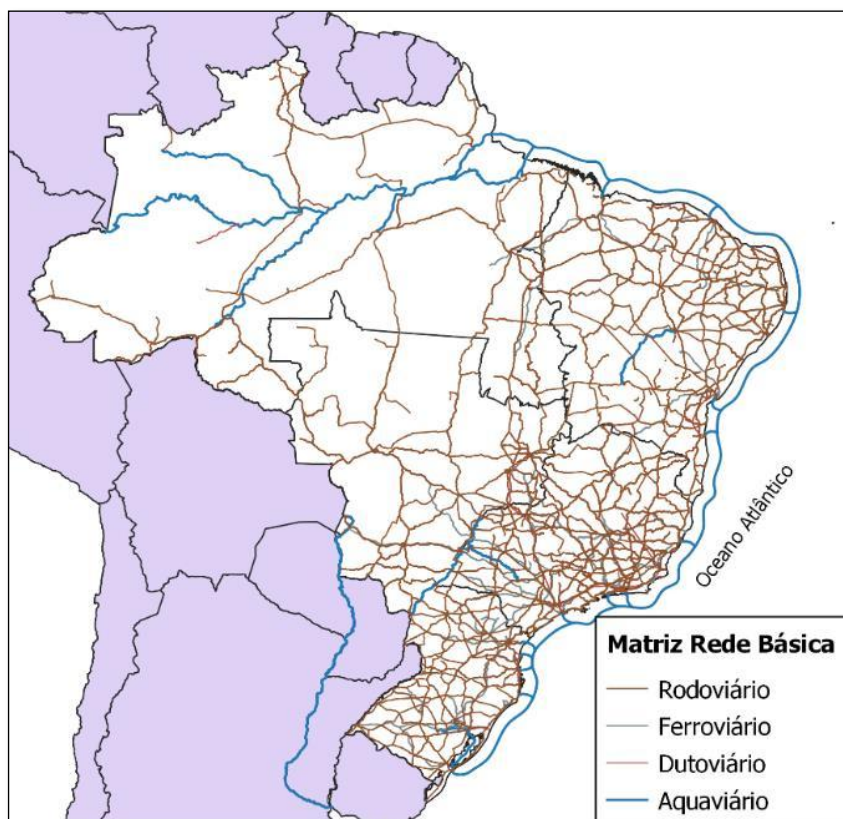
Setores	Código	Rodo	Ferro	Hidro	Cabot
Arroz	(pdr)	2,5	2,5	0,6	0,6
Milho e outros cereais em grão	(gro)	2,5	2,5	0,8	0,8
Soja e outras oleaginosas	(osd)	2,5	2,5	1	-
Cana de açúcar, beterraba, indústria do açúcar	(c_d)	-	-	-	-
Carnes e animais vivos	(oap)	2,5	2,5	-	-
Leite e derivados	(rmk)	2,5	2,5	-	-
Outros produtos agropecuários	(agr)	2,5	2,5	0,6	0,6
Produtos alimentares - outros produtos alimentares, bebidas e tabaco	(foo)	2	2	1,6	-
Indústria têxtil	(tex)	-	-	-	-
Vestuário e calçados	(wap)	0,2	0,2	0,2	0,2
Madeira e mobiliário	(lum)	1,9	1,9	1,5	
Papel, celulose e indústria gráfica	(ppp)	1,9	1,9	1,5	0,2
Químicos, indústria da borracha e plástico	(crp)	2,3	2,3	1,8	1,8
Manufaturados: minerais não metálicos, metalmeccânica, mineração, indústrias diversas	(man)	2	2	1,6	1,6
Eletricidade, gás, distribuição de água	(siu)	0,2	0,2	-	-
Construção	(cns)	0,2	0,2	-	-
Comércio	(trd)	0,2	0,2	-	-
Transporte	(otp)	0,2	0,2	-	-
Serviços e administração pública	(adm)	0,2	0,2	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## ANEXOS

### ANEXO A - Redes de transporte no Brasil

#### A1 - Redes de Transporte no Brasil – EPL, base da matriz do PAEG-TLOG



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da EPL.