

## IMPACTO ECONÔMICO DO PROGRAMA BR DO MAR: UMA ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL POR MEIO DO PAEG-TLOG<sup>#</sup>

Márcio N. Barbosa<sup>α</sup>; André F. Z. de Azevedo<sup>β</sup>; Angélica Massuquetti<sup>ζ</sup>; Angelo C. Gurgel<sup>¥</sup>

**Resumo:** O objetivo 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 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 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 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 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 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.

JEL: R42. R58. C68.

50º Encontro Nacional de Economia | Área 10 - Economia Regional e Urbana

<sup>#</sup> O presente trabalho foi realizado com apoio da FAPERGS.

<sup>α</sup> Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil, marcio\_nb@hotmail.com

<sup>β</sup> Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, aazevedo@unisinis.br

<sup>ζ</sup> Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil, angelicam@unisinis.br

<sup>¥</sup> Mestrado Profissional em Agronegócio – Fundação Getúlio Vargas (FGV EESP), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil, angelo.gurgel@fgv.br

## 1 INTRODUÇÃO

A oferta de infraestrutura brasileira é um dos principais problemas da competitividade brasileira. De acordo com o *World Economic Forum* (2019), o Brasil aparece apenas na 71ª posição em termos de competitividade internacional em um *ranking* com 141 países para o ano de 2019. 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.

Conforme a Confederação Nacional de Transportes (CNT), 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), armazenagem (0,9% do PIB ou R\$ 53 bilhões) e 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 *et al.*, 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 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.

Há diversos estudos na literatura que analisam a infraestrutura de transportes e seus reflexos na economia por meio do Modelo de Equilíbrio Geral Computável (MEGC), tanto com foco na desoneração tributária, como Haddad (2014), Betarelli Jr. e Domingues (2013) e Almeida, Haddad e Hewings (2010), como na redução de custos e/ou investimentos no setor de transporte, como Donaldson (2018), Robson *et al.* (2018), Chen (2017), Kim *et al.* (2016), Barry (2014) e Shibasaki *et al.* (2008). O MEGC foi 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.

Com o exposto, propõe-se, nesse estudo, 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 construir a matriz de transporte inter-regional de cargas, com os principais modais e rotas inter-regionais. O modelo possibilita a análise dos efeitos e das tendências que o Programa BR do Mar do governo federal brasileiro poderia exercer sobre a matriz de transporte de cargas e suas principais rotas inter-regionais, avaliando as propostas de desoneração fiscal e aumento de eficiência no modal de cabotagem.

Assim, este estudo busca 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, sobre os setores econômicos nacionais e efeitos *spillovers* no comércio internacional do Brasil. 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, este artigo está dividido em quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção é apresentada a logística e o setor de transportes nacional, com ênfase no modal de cabotagem e no Programa BR do Mar, assim como o elo entre as análises de infraestrutura de transportes por meio dos MEGC. Na terceira seção é apresentado o método proposto para atingir o objetivo do presente estudo, em que se busca apresentar o modelo PAEG-TLOG desenvolvido para esta análise e os cenários utilizados. A quarta seção exhibe os resultados gerados pelos cenários criados com as interações do modelo e os impactos na matriz de

transporte e nas respectivas rotas inter-regionais. E, por fim, a quinta seção traz as considerações finais deste estudo, assim como suas contribuições para o tema abordado.

## 2 INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

### 2.1 LOGÍSTICA E SETOR DE TRANSPORTES NACIONAL

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 diversos modais. 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 a competitividade do comércio doméstico e exterior brasileiro. Alguns autores corroboram com esta visão, como Portugal-Perez e Wilson (2010), Djankov *et al.* (2006), Levchenko (2004) e Limão e Venables (2001), e 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 e baixos custos de transportes nos negócios internacionais e qualidade institucional proporcionam impactos positivos no desempenho das exportações e na facilitação do comércio.

Porém, o Brasil caminha na contramão do destacado pelos autores, visto que os dados apontados pelo *The World Forum Economic* (WFE), por meio do *Global Competitiveness Index* (GCI)<sup>1</sup>, que avalia a competitividade dos países, indicam que o Brasil, no ano de 2019, está na posição 71º de um total de 141 países analisados. Ao analisar o componente Infraestrutura, um dos 12 componentes que fazem parte do relatório, o Brasil passa 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 1 traz em mais detalhes os subcomponentes de Infraestrutura de Transportes do GCI de 2019.

Quadro 1 - Índice de Infraestrutura do Brasil no *Global Competitiveness Index*

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

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

Este desequilíbrio na matriz de transportes 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 o modal rodoviário, em longas distâncias, ser menos eficiente e mais caro do que outros modais<sup>2</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.

<sup>1</sup> Este índice avalia a competitividade de economias e o desempenho dos mercados de forma detalhada e é parte integrante de relatório publicado anualmente pelo Fórum Econômico Mundial, desde 1979. Atualmente, o GCI conta com 12 pilares divididos em quatro blocos e um total de 98 indicadores, derivados de uma combinação de parâmetros concretos e resultados de uma pesquisa com executivos de empresas privadas e públicas (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

<sup>2</sup> Conforme Vassallo (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.

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 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.

## 2.2 CABOTAGEM NO BRASIL

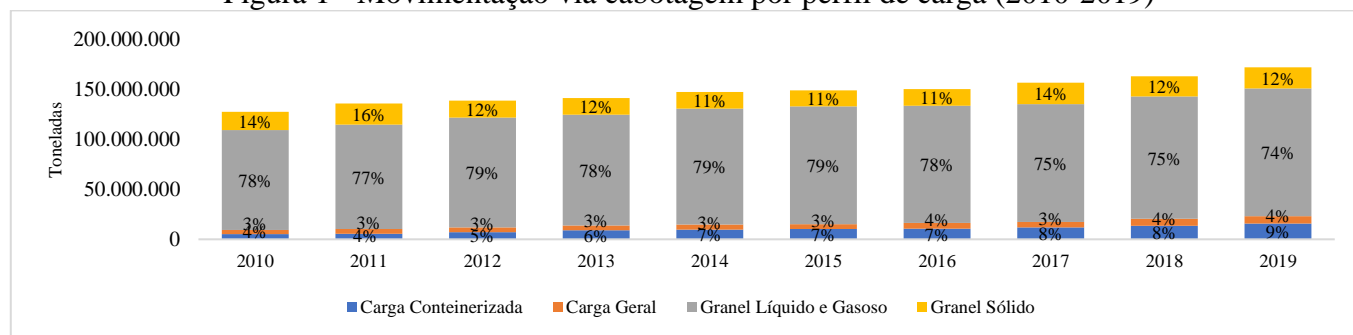
De acordo com Teixeira *et al.* (2018), por mais que pareça natural que a utilização da navegação de cabotagem<sup>3</sup> tenha um papel importante nos transportes de cargas no Brasil, seja pelo contexto histórico, seja pela concentração da atividade econômica próxima à costa, não é isso que se observa. Pelo contrário, é comprovada a sua baixa participação na matriz de transportes brasileira.

As características geográficas e o processo de colonização do Brasil transformaram a navegação de cabotagem<sup>4</sup> em uma das primeiras atividades econômicas do país, assim como num dos principais meios de transportes de mercadorias desde o século XVI. No período entre o fim do século XIX e o início do século XX, ela despontou como o principal modal, ou seja, um sistema de transportes para atender a extensão do território e à grande dispersão entre os aglomerados populacionais. A navegação de cabotagem 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. Porém, como destaca Teixeira *et al.* (2018), mesmo o desenvolvimento da indústria naval no início dos anos 2000 não foi suficiente para a navegação de cabotagem retomar a sua participação de destaque no modal nacional.

No entanto, nos anos 2010, verifica-se um aumento das quantidades transportadas por esse modal que, conforme os dados do sistema estatístico da ANTAQ (2020), revelam um crescimento de 35% do total transportado entre os anos de 2010 e 2019. Isso pode ser observado por meio da Figura 1, a qual apresenta com maior detalhamento a evolução do movimento de cargas transportadas pelo modal de cabotagem e por perfil de cargas.

Figura 1 - Movimentação via cabotagem por perfil de carga (2010-2019)



Fonte: Elaborado com base nos dados da ANTAQ (2020).

Quando observado em termos de perfil de cargas transportadas, nota-se o importante crescimento da participação das cargas Containerizadas, que neste período chegou a 205%, enquanto os tipos de cargas Geral, Granel Líquido e Gasoso e Granel Sólido cresceram, respectivamente, 76%, 28% e 16%. 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

<sup>3</sup> O transporte de cabotagem é definido conforme inciso IX, Artigo 2º, da Lei 9.432, de 8 de janeiro de 1997: a “navegação de cabotagem [é aquela] realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores”. E 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.

<sup>4</sup> Para maior detalhamento do contexto histórico do Transporte de Cabotagem, ver Teixeira *et al.* (2018).

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%.

Assim como a concentração do transporte de combustíveis minerais, visto anteriormente, quando analisados 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 afirmado por Martins (2019), com dados do anuário estatístico da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), do ano de 2018, a Região Sudeste é o destino de 53% de toda a movimentação e é ainda mais concentrado quando analisada a origem, já que esta mesma região representa 67% do total. A maior parte da participação do Sudeste se deve à movimentação intra-região, ou seja, entre os seus próprios estados, tendo como principal produto, justamente, os combustíveis minerais.

A Região Nordeste é a segunda com maior participação, sendo destino de 28% das mercadorias, assim como tem origem na região 20% do total movimentado pela cabotagem brasileira. A Região Norte é destino de 6% das mercadorias e origina 10% das mercadorias movimentadas por esse modal. A Região Sul apresenta a menor participação em termos de origem de mercadorias, sendo que o autor observa que apenas 3% das cargas movimentadas são originadas nesta região. No entanto, quando observado o destino das mercadorias, a Região Sul representa 12% do total, com destaque para a rota Sudeste-Sul nesta participação.

### **2.3 POLÍTICA DE ESTÍMULO À CABOTAGEM – PROGRAMA BR DO MAR**

A Política de Estímulo à Cabotagem, denominada BR do MAR, definida no Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República por meio da Resolução nº 70, de 21 de agosto de 2019, possibilita que ações, projetos e empreendimentos que se realizarão no escopo da execução do Programa sejam considerados de relevante interesse público estrategicamente prioritário, para todos os fins legais. Conforme o PPI (2020), 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:

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 MINFRA (2019), o Programa BR do MAR está dividido em seis eixos temáticos que propõe diversas ações<sup>5</sup> para o desenvolvimento do modal de cabotagem. A seguir são apontados tais eixos temáticos com alguns itens relevantes em cada um deles: (1) Frota: ampliação do afretamento de embarcações estrangeiras e importação de embarcações novas com suspensões de impostos; (2) Indústria Naval: fomento à manutenção e reparos e construção; (3) Custos: *Bunker* - equiparação à exportação em Lei, isenta ICMS, redução de tributos - PIS-PASEP/COFINS/IR; (4) Porto: agenda de modernização portuária SNPTA (terminais com uso pela cabotagem), novos investimentos em TUP's, ampliação de oferta para cabotagem em operações especiais; (5) Praticagem: escopo técnico, transparência e arbitragem; (6) Estruturante: redução da alíquota do AFRMM para 10% no longo curso e facilitar a multimodalidade.

Estudo realizado pela EPL (2021) aponta que 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 apontados pelos autores é de que haveria a economia em fretes (de até R\$ 19 bilhões quando comparado ao modo rodoviário, somente analisando o aumento da participação de cargas containerizadas), assim como obteria a economia de até 5 milhões de toneladas de CO2.

Os autores apontam, 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 transportes brasileira, com

<sup>5</sup> Para maiores detalhes sobre as ações de cada eixo temático ver MINFRA (2019).

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-se, assim, do transporte de cabotagem.

Com o cenário exposto e a necessidade de aprimoramentos na logística brasileira, mais em específico na logística vinculada aos modais de transportes, 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, torna-se um importante aliado nesta reestruturação e o Programa BR do Mar, com seu propósito de estimular esse modal, torna-se alvo potencial para analisar quais os seus possíveis impactos e tendências na matriz de transportes de cargas e suas rotas regionais.

#### **2.4 INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES COM APLICAÇÃO DE EGC**

Na literatura existem diversos trabalhos que analisam a infraestrutura de transportes e seus reflexos na economia e um dos métodos que possuem as características para tal análise é o MEGC. Nessa seção, destacam-se alguns estudos com essa temática e que são analisados por meio desta abordagem, com direcionamento para problemas em âmbito nacional e internacional. Porém, destaca-se que estudos com direcionamento ao modal de cabotagem ainda são escassos.

Na literatura internacional encontram-se estudos, como de Donaldson (2018), Robson *et al.* (2018), Chen (2017), Kim *et al.* (2016), Barry (2014), Shibasaki *et al.* (2008) 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.

No estudo de Francois *et al.* (1996) são analisadas as consequências econômicas das restrições existentes nos Estados Unidos da América (EUA) sobre os serviços de transporte de cabotagem. Para tanto, utilizam um MEGC para os EUA e verificam os efeitos da *Jones Act*<sup>6</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 (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 alcançado usando o neoclássico, no qual existe uma taxa de poupança fixa e nenhuma equação 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 outros setores, exceto na construção naval. Os autores concluíram que, sem tais restrições, haveria uma redução do custo do transporte de cabotagem e que tais restrições gerariam um ganho de bem-estar de cerca de US\$ 3 bilhões no ano de 1989.

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 MEGC com diferentes estruturas de mercados, fechamentos macroeconômicos e agregações setoriais e regionais. Destacam-se os estudos de Betarelli Jr, Domingues e Hewings (2020), Vassallo (2015), Haddad (2014), Betarelli e Domingues (2013), Almeida, Haddad e Hewings (2010), Almeida (2003) e Haddad e Hewings (2001). Outros autores, como Pontes *et al.* (2017), Tardelli (2013) e Costa *et al.* (2007), analisaram os efeitos de melhorias na infraestrutura e maior eficiência dos transportes na economia brasileira e sua relação com o comércio internacional por meio da redução dos custos de transportes. Seus resultados são similares, obtendo efeitos positivos sobre a economia brasileira e refletindo em maiores níveis de PIB e bem-estar.

<sup>6</sup> A *Jones Act* reserva o tráfego de cabotagem para navios registrados e construídos nos Estados Unidos 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 dos EUA sob estatutos de carga preferencial (FRANCOIS *et al.* 1996).

Dentre os estudos nacionais mencionados, o de Betarelli Jr. e Domingues (2013) 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 utilizaram 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, passaram a exibir as hipóteses tradicionais de mercados competitivos.

Os autores, diante das diferentes características de fechamento, criaram cenários dos efeitos projetados pela redução homogênea de 10% sobre as tarifas do transporte de cabotagem para os usuários e os produtores, onde foi aplicada essa redução tarifária somente sobre os fluxos domésticos que utilizaram o transporte de cabotagem. Seus resultados revelaram 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, das exportações e dos investimentos, mas afetaria negativamente a atividade de cabotagem.

Assim, o presente estudo diferencia-se dos estudos que analisaram o setor de cabotagem e a utilização de MEGC apresentados, 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 transportes na matriz de transporte inter-regional brasileira. Além da utilização de dados atualizados tanto da matriz de transportes nacionais, também foram 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 transportes, principalmente, aquela vinculada ao modal de cabotagem.

### 3 MÉTODO

#### 3.1 MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL: PAEG ORIGINAL

Para atender ao objetivo de analisar os efeitos do Programa BR do Mar sobre a matriz de transporte de cargas e nas rotas inter-regionais do Brasil, é proposto um modelo de equilíbrio geral multirregional, multisetorial e estático. Assim, é utilizado o PAEG-TLOG, versão desenvolvida para este estudo, que constrói a matriz de transporte inter-regional brasileira com quatro modais, no modelo elaborado originalmente por Teixeira *et al.* (2008), chamado de PAEG, em sua versão 5.0.

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

O modelo se baseia em um comportamento de otimização dos agentes econômicos, no qual as famílias buscam maximizar seu bem-estar, de acordo com a restrição orçamentária, e os níveis de investimento e a produção do setor público são mantidos fixos. Um conjunto de identidades que deve ser respeitado à execução do modelo está ligado aos lucros operacionais líquidos em todos os setores da economia. Porém, o PAEG segue as regras de competição perfeita e mantém retornos constantes à escala. Neste caso, o valor da produção deve ser igual aos custos com insumos intermediários e fatores de produção, de modo que os lucros econômicos devam ser iguais a zero (PEREIRA; TEIXEIRA; GURGEL, 2014).

A base de dados do PAEG, versão 5.0, é compatível com a versão 10 do GTAP, que representa o cenário macroeconômico mundial para o ano de 2014, que possui dados para 121 países e 20 agregações regionais, 65 bens/setores produtivos e cinco fatores primários. Na agregação regional, o PAEG está separado nas cinco grandes regiões brasileiras, que são Norte (NOR), Nordeste (NDE), Centro-Oeste (CO),

Sudeste (SDE) e Sul (SUL), assim como países parceiros do Brasil e demais regiões, que foram mantidos neste estudo, conforme agregação original do modelo PAEG em sua versão 5, como EUA, China (CHN), Canadá (CAN), México (MEX), Japão (JPN), Rússia (RUS), Índia (IND), Austrália e Nova Zelândia (ANZ), União Europeia (EUR), Resto do Mercosul (RMS), Resto das Américas (ROA) e Resto do Mundo (ROW), Ásia Desenvolvida (ASI), Resto da Ásia (RAS), África (AFR) e Meio Oeste (MES). Além da agregação regional, o modelo está agregado em 19 setores<sup>7</sup>, que compõe a desagregação utilizada na Matriz Insumo Produto (MIP) do modelo PAEG e que estão compatibilizados com a base do GTAP versão 10.

### 3.2 MODELO PAEG-TLOG

Conforme destacado anteriormente, o transporte de cargas é peça importante na economia do país. No entanto, o setor de transportes no modelo original do PAEG não é representado de forma separada. Porém, Asai (2019) obteve um avanço importante na estruturação do modelo em relação ao transporte, onde o autor estruturou o PAEG Transportes (PAEG-T), sob a forma original do modelo PAEG versão 4, de modo a tratar o serviço de transportes inter-regionais como um setor desagregado no modelo de equilíbrio geral computável. Entretanto, o serviço de transporte é considerado único, não havendo distinções sobre os tipos ou modais de transportes no modelo desenvolvido.

Este estudo propôs o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG, de forma a construir a matriz de transporte inter-regionais de cargas, com os principais modais e rotas inter-regionais, possibilitando 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. Dessa forma, o desenvolvimento do modelo PAEG-TLOG ocorreu em duas etapas: a primeira envolveu a construção da matriz de transporte de cargas inter-regionais; e a segunda a construção do modelo. Ambas são apresentadas a seguir.

#### 3.2.1 Dados da Matriz 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 de Origem/Destino (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), e disponibilizada no estudo Panorama 2015<sup>8</sup>. A quantidade total transportada no país, apurada nas matrizes de O/D, são apresentadas por meio da Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz O/D de todos os grupos de mercadorias e modais agrupados por região geográfica (em 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>9</sup>, sendo eles: Rodoviário, Ferroviário, Hidroviário e Cabotagem, sendo os dois últimos derivados do modal Aquaviário<sup>10</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 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 transportes e por tipo de carga, foi necessária a readequação das categorias, devido à agregação setorial existente na

<sup>7</sup> Os setores presentes no modelo PAEG são: arroz (pdr), milho e outros cereais (gro), soja e outras oleaginosas (osd), cana de açúcar, beterraba, indústria do açúcar (c\_d), carnes e animais vivos (oap), leite e derivados (rmk), outros produtos agropecuários (agr), produtos alimentares (foo), indústria têxtil (tex), vestuário e calçados (wap), madeira e mobiliário (lum), papel, celulose e indústria gráfica (ppp), químicos, indústria da borracha e plástico (crp), manufaturados (man), eletricidade, gás, distribuição de água (siu), construção (cns), comércio (trd), transporte (otp), serviços (adm).

<sup>8</sup> Para maiores detalhes sobre o Panorama 2015 e matrizes do transporte inter-regional de cargas, consultar Plano Nacional de Logística em EPL (2020).

<sup>9</sup> Os dados da participação de cada modal na matriz de O/D foram disponibilizados pela EPL.

<sup>10</sup> A matriz de O/D, disponibilizada pela EPL, traz os dados desagregados do modal aquaviário, em transportes Hidroviário e Cabotagem.



MIP do PAEG, de forma a ficar dividido em duas categorias – Granel Sólido Agrícola e Carga Geral (agregando os tipos de Carga Geral, Granel Sólido Não Agrícola e Granel Líquido).

### 3.2.2 Adições ao Modelo Original

Após a inserção das matrizes de O/D no banco de dados do PAEG, foi necessário o desenvolvimento do modelo, levando em consideração o setor de transportes desagregado em modais e rotas inter-regionais. Assim, a desagregação do serviço de transporte entre regiões do Brasil foi construída a partir de um novo bloco produtivo<sup>11</sup>, caracterizado pelo setor de  $ytbr(j)$ , derivado do bloco de serviços de transportes e se refere à oferta geral de serviço de transportes 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 de serviços de transportes inter-regionais, e demonstrada na equação 1:  $vstbr_{jr} = \sum_{is} vtwr_{jirs}$  Onde,  $vstbr_{jr}$  – oferta regional dos serviços de transportes inter-regionais;  $\sum_{is} vtwr_{jirs}$  – serviço demandado para o comércio bilateral de cada região, onde o transporte do bem  $i$  é realizado da região  $s$  para região  $r$  dentro do Brasil.

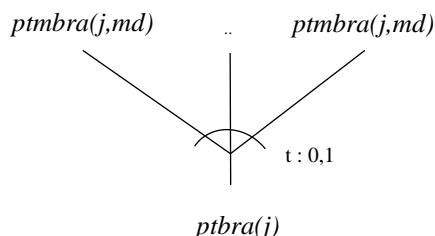
A oferta brasileira de serviços de transportes inter-regionais é precificada por  $ptbra(j)$  e cujo valor inicial é dado por  $vtwbr(j)$  constante na base de dados e representada pela equação 2:  $vtwbr_j = \sum_r vstbr_{jr}$  Onde,  $vtwbr_j$  – oferta brasileira dos serviços de transportes inter-regionais;  $\sum_r vstbr_{jr}$  – 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, 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  $ytbrmd(j)$ , que distribui a oferta total de transportes inter-regionais 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*):  $ytbrmd_j = vtwbr_{jmd}$  Onde,  $ytbrmd_j$  – oferta de transporte inter-regional em quatro modais diferentes;  $vtwbr_{jmd}$  – margens de transportes dos modais (rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem).

Na literatura brasileira não foram encontrados estudos que tenham estimado a CET para uma função de transportes inter-regionais, 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 agentes que fornecem serviços de transporte especializados em um dado modal alterarem seus serviços para outro tipo de modal diante de mudanças nos preços relativos dos serviços de transportes dos modais alternativos, 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 2.

Figura 2 - Árvore tecnológica da divisão do transporte inter-regional do Brasil em modais



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a oferta ser desagregada em termos de modais e de 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

<sup>11</sup> Os blocos produtivos determinam as árvores tecnológicas, combinando os 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).

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 transportes 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, esta estrutura acima permite regionalizar os mercados de serviços de transportes para cada “rota” (origem-destino), e os diferentes modais que servem àquela rota competem entre si.

Para representar a substituição entre modais nas funções  $ytbr\_gsa\_r$  e  $ytbr\_cg\_r$  foram utilizadas funções de elasticidade do tipo CES, as quais basearam-se nas elasticidades calculadas por Vassallo (2015). Para a inserção no modelo, foi necessário a compatibilização dos setores utilizados pelos autores e a agregação setorial utilizada no presente artigo<sup>12</sup>.

### 3.2.3 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, foram elaborados cenários baseados nas propostas do programa, as quais são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - 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 pelos autores.

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 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 e que compõe o eixo temático de Custos, equiparando ao executado a já existente isenção na exportação, o que refletiria em uma redução de 18%<sup>13</sup> em termos de impostos para o setor.

O Programa BR do Mar, além de propostas que visem reduzir diretamente os custos por meio das desonerações, busca reduzir os custos do transporte e torná-lo mais atrativo mediante um aumento de eficiência do modal. Com as medidas propostas para o aumento da frota e, em consequência, para 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 se 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<sup>14</sup> (Baixa, Média e Alta), simulando níveis

<sup>12</sup> As elasticidades de substituição utilizadas neste estudo estão demonstradas no Apêndice A.

<sup>13</sup> Para maiores detalhes ver EPE (2019).

<sup>14</sup> No programa BR do Mar não há metas quanto ao número absoluto para o aumento de eficiência e, dessa forma, os níveis utilizados no experimento 2 basearam-se em outros trabalhos de EGC e que visam o aumento de eficiência no transporte, como Costa *et al.* (2007), Shibasaki *et al.* (2008), Tardelli (2013) e Pontes *et al.* (2017).

de intensidade dos impactos das propostas do programa no modal. Por último, foi considerado um cenário mais otimista, onde os experimentos 1 e 2 são realizados de forma concomitante, 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%.

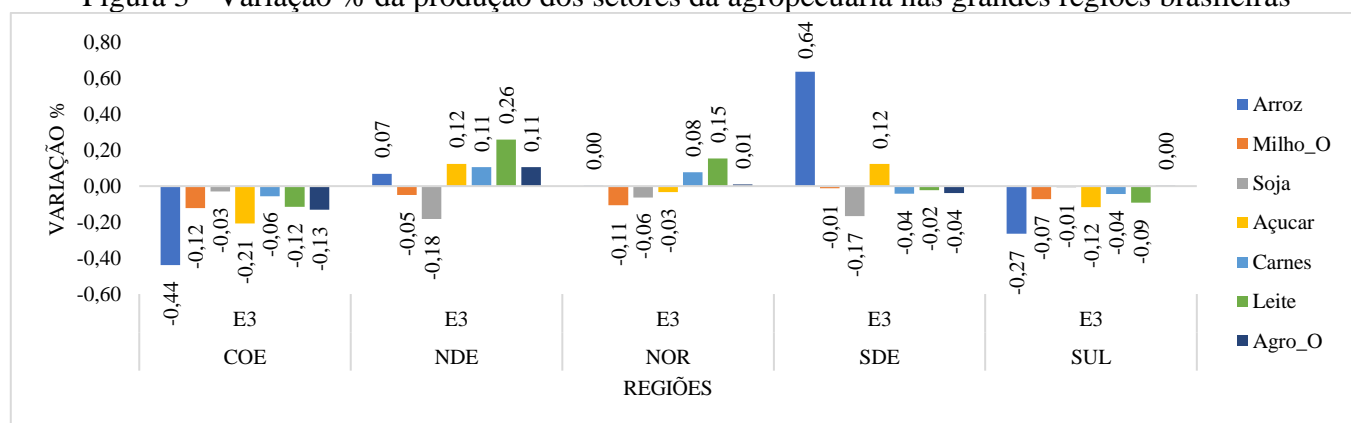
## 4 RESULTADOS

Nessa seção, são analisados 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.

### 4.1 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 3 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 positivos apenas nas regiões Nordeste e Sudeste, que são as únicas que originam o transporte por cabotagem com este tipo de produto.

Figura 3 - Variação % da produção dos setores da agropecuária nas grandes regiões brasileiras



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

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 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.

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 2.

Tabela 2 - Mudança nos preços domésticos nos setores agropecuários nas grandes regiões brasileiras (%)

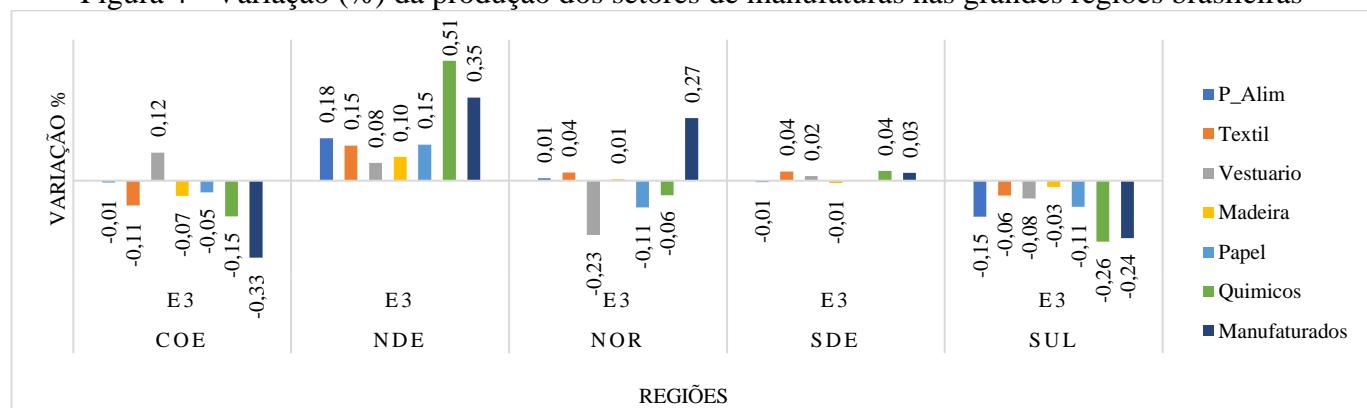
Setor	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
Arroz	-0,056	0,037	-0,029	0,078	-0,019
Milho_O	-0,027	0,034	0,021	0,014	-0,019
Soja	-0,042	0,01	-0,032	0,021	-0,015
Açúcar	-0,08	0,037	0,013	0,019	-0,017
Carnes	-0,012	0,03	-0,017	0,025	-0,018
Leite	-0,035	-0,031	-0,008	0,009	-0,024
Agro_O	-0,013	0,016	0,009	0,007	-0,017

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 4, 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, 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 4 - 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 3 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.

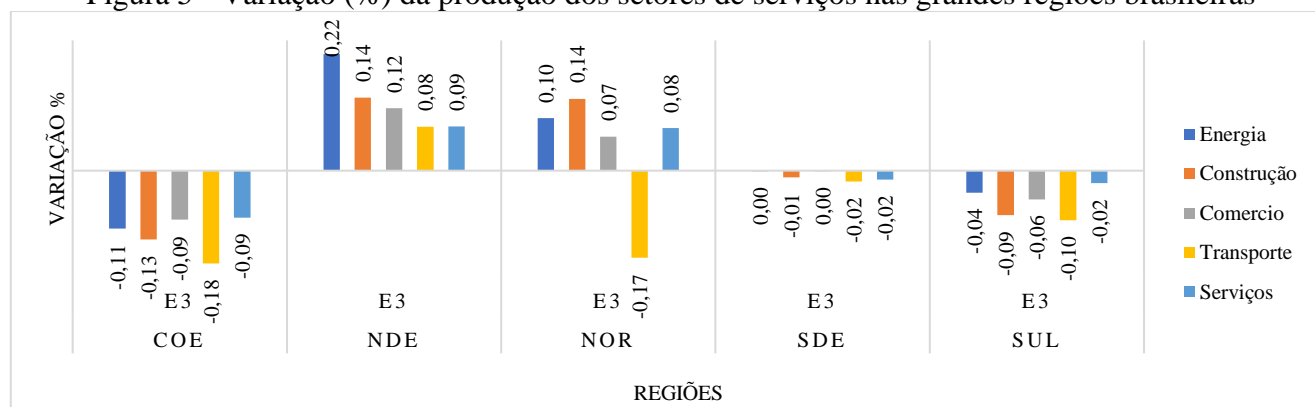
Tabela 3 - Mudança nos preços domésticos nos setores de manufaturas nas grandes regiões brasileiras (%)

Sector	NOR	NDE	COE	SDE	SUL
P. Alim	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 5. 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.

Figura 5 - Variação (%) da produção dos setores de serviços nas grandes regiões brasileiras



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

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.

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 reduziria 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 4. 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.

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.

Tabela 4 - 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).

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 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 5). 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.

Tabela 5 - 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).

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

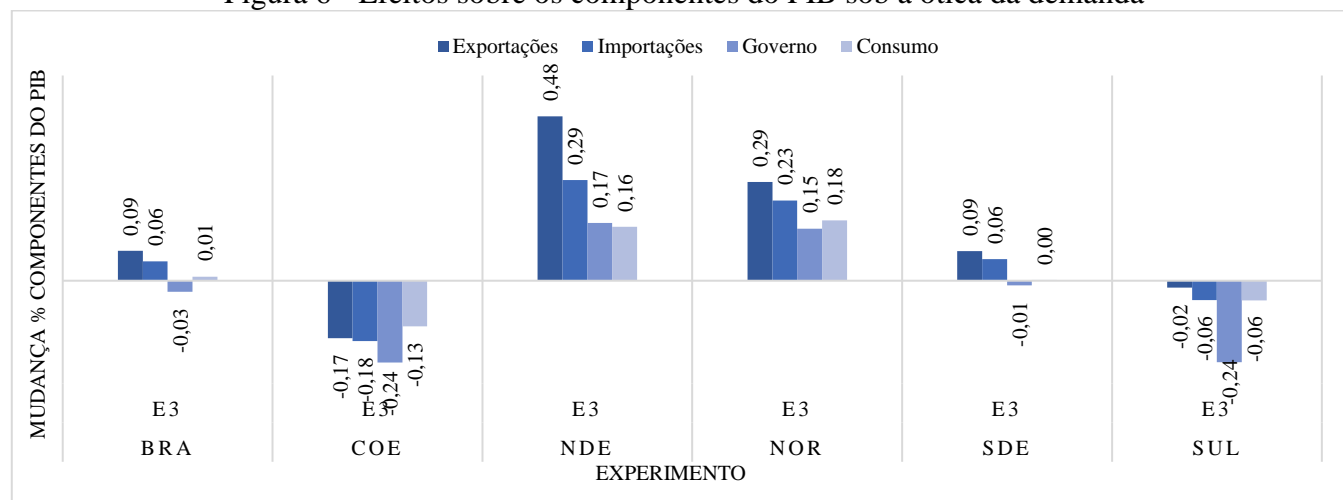
o setor de cabotagem apresentaria retornos crescentes e os demais setores do modelo retornos constantes de escala, o que demonstra pequenas diferenças em termos de magnitude dos resultados encontrados.

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>15</sup>, demonstrada na Figura 6, 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>16</sup>. O único componente que teria uma redução percentual seria o governo (gastos), com -0,03%, ou seja, em torno de US\$ 100 milhões, derivado principalmente da redução tributária incluída no experimento realizado.

Figura 6 - 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,

<sup>15</sup> No modelo PAEG-TLOG, os investimentos e os fluxos de capitais são mantidos fixos.

<sup>16</sup> Estes resultados direcionados ao comércio internacional brasileiro são discutidos na subseção 4.3.



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 do transporte de cabotagem seriam as mais beneficiadas.

### **4.3 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, 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, aos 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\_Alimentar 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.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos que o Programa BR do Mar poderá exercer sobre a matriz de transportes de cargas e rotas inter-regionais no Brasil. Para tanto, foi desenvolvido o modelo PAEG-TLOG, que é um modelo de equilíbrio geral computável e que tem como sua estrutura base o modelo GTAPinGAMS, com o Brasil desagregado nas suas cinco grandes regiões. Este modelo desenvolvido traz a matriz de transporte inter-regional em quatro modais de transportes, sendo eles o rodoviário, o ferroviário, o hidrovial e a cabotagem e dois tipos de cargas: GSA e CG. Dessa forma, foi possível construir os cenários de propostas advindas do Programa BR do Mar, tanto no que se refere à desoneração fiscal como ao aumento de eficiência no modal de cabotagem.

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

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.

## REFERÊNCIAS

- ANTAQ. Estatístico Aquaviário. 2020. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/>.
- ALMEIDA, E. S. A Duplicação da Rodovia Fernão Dias: Uma Análise de Equilíbrio Geral. *Revista EconômiA, Selecta*, Brasília (DF), v.5, n.3, p.321-353, dez. 2004.
- ALMEIDA, E. S. Um modelo de equilíbrio geral aplicado espacial para planejamento e análise de políticas de transporte. Tese (Doutorado em Economia) – São Paulo, FEA/USP, 2003.
- ARITUA, B. Unlocking the Potential of Freight Logistics in India. World Bank, Washington, DC. World Bank, 2016.
- ASAI, G. A. 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.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento a cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- 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, A. A.; DOMINGUES, E. P.; HEWINGS, G. J. D. Transport policy, rail freight sector and market structure: The economic effects in Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 135, p. 1-23, 2020.
- 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.
- EPL. Transporte inter-regional de carga no Brasil - Panorama 2015. Brasília, 2016.
- CANDIDO, R. L.; DA SILVA SANTOS, V. É.; TAVARES, F. B. R. 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) – UNB, 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.
- 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.
- 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, D. Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure. *American Economic Review*, v. 108, n. 4-5, p. 899-934, 2018.
- EPE. Precificação de óleo combustível marítimo para cabotagem. Nota Técnica DPG-SDB n° 01/2019. 2019.
- EPL. O BR do Mar e a Redução de Custos Logísticos. Artigo Técnico n°2. 2021.
- EPL. Plano Nacional de Logística 2025. 2020. Disponível em: <http://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>.

- ERHART, S; PALMEIRA, E. M. Análise do setor de transportes. Observatório de la Economía Latinoamericana, v. 1, p. 71, 2006.
- FRANCOIS, J. F. et al. Commercial policy and the domestic carrying trade. Canadian Journal of Economics, p. 181-198, 1996.
- 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.
- 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, A. C.; PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. A estrutura do PAEG. PAEG Technical Paper, n. 1, 2013.
- 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: an interregional CGE analysis. Polices of Regional Competition, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, p. 83-101, 2001.
- HERTEL, T. W. Global trade analysis: modeling and applications. Cambridge university press, 1997.
- 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. JD; AMIR, H. Economic evaluation of transportation projects: An application of Financial Computable General Equilibrium model. Research in Transportation Economics, 2016.
- 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.
- 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) – UNB, Brasília, 2015.
- LIMÃO, N.; 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, UNICAMP, Campinas, 2015.
- MARTINS, A. S. 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 ECONOMIA. Brasília. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br>.
- 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).
- MITUTANI, 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, G. C.; REIS, A. F. 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: [s.n.], 2018.
- OLIVEIRA, M. A. S.; TEIXEIRA, E. C.. Aumento da oferta e redução de impostos nos serviços de infraestrutura na economia brasileira: uma abordagem de equilíbrio geral. *Revista Brasileira de Economia*, v. 63, n. 3, p. 183-207, 2009.
- 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.
- 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.
- ROBSON, E. N.; WIJAYARATNA, K. P.; DIXIT, V. 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.
- 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) - USP, Pirassununga, 2016.
- SHIBASAKI, R.; YONEMOTO, K.; WATANABE, T. 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.
- 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. UFRGS. 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.
- 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.
- WEF. The Global Competitiveness Report 2019. In: World Economic Forum. 2019.

APÊNDICE A - Elasticidades de substituição (CES) - funções *ytbr\_gsa\_r* e *ytbr\_cg\_r*.

Setores	Código	Rodo	Ferro	Hidro	Cabot
arroz	<i>pdr</i>	-	-	-	-
milho e outros cereais	<i>gro</i>	0,846	1,207	1,282	1,282
cana de açúcar, beterraba, indústria do açúcar	<i>c_b</i>	-	-	-	-
soja e outras oleaginosas	<i>osd</i>	2,67	1,844	1,141	1,141
outros produtos agropecuários	<i>agr</i>	3,06	3,379	0,711	0,711
carnes e animais vivos	<i>oap</i>	-	-	-	-
leite e derivados	<i>rmk</i>	-	-	-	-
produtos alimentares	<i>foo</i>	0,613	1,366	-	-
indústria têxtil	<i>tex</i>	-	-	0,295	0,295
vestuário e calçados	<i>wap</i>	-	-	0,295	0,295
madeira e mobiliário	<i>lum</i>	-	2,001	-	-
papel, celulose e indústria gráfica	<i>ppp</i>	-	-	-	-
químicos, indústria da borracha e plástico	<i>crp</i>	2,5	6	5	5
manufaturados	<i>man</i>	1	1	0,75	0,75
eletricidade, gás, distribuição de água	<i>siu</i>	-	-	0,295	0,295
construção	<i>cns</i>	-	-	0,295	0,295
comércio	<i>trd</i>	-	-	0,295	0,295
transporte	<i>otp</i>	-	-	0,295	0,295
serviços	<i>ser</i>	-	-	0,295	0,295

Fonte: Elaborado pelos autores.