

## Efeitos econômicos e regionais de variações na eficiência portuária no Brasil<sup>1</sup>

Pedro Henrique Moura Siqueira<sup>2</sup>  
Admir Antonio Betarelli Junior<sup>3</sup>  
Fernando Salgueiro Perobelli<sup>3</sup>

### Resumo

O setor de transportes está comumente associado a estrutura de preços e competitividade de diversos setores na economia. Em específico, o setor portuário é o principal agente na logística do transporte de mercadorias nas relações comerciais internacionais. Por consequência, o aumento da eficiência do setor portuário tem impactos diretos e indiretos na economia. Este estudo avalia os impactos regionais e setoriais do aumento da eficiência portuária, assim como realiza uma análise de sensibilidade dos impactos de diferentes regiões portuárias no Brasil. Utilizou-se o modelo de Equilíbrio Geral Computável, considerando aspectos regionais e setoriais na economia brasileira, projetou-se os impactos econômicos até 2040. Os resultados ilustram efeitos positivos para o crescimento econômico, assim como para nível de emprego, consumo das famílias e no comércio internacional, entretanto, com heterogeneidades em relação à localidade de incidência do choque.

### Abstract

The transport sector is commonly associated with the price structure and competitiveness of various sectors in the economy. In particular, the port sector is the main player in the logistics of transporting goods in international trade relations. Therefore, increasing the efficiency of the port sector has both direct and indirect impacts on the economy. This study evaluates the regional and sectoral impacts of improvement in ports efficiency and conducts a sensitivity analysis of the impacts across different port regions in Brazil. Using a Computable General Equilibrium model, the study considers regional and sectoral aspects of the Brazilian economy and projects the economic impacts up to 2040. The results illustrate positive effects on economic growth, employment levels, household consumption, and international trade, though there are heterogeneities depending on the location of the impact.

**Palavras-chave:** Eficiência portuária. Efeitos regionais. Equilíbrio Geral Computável.

**Keywords:** Port efficiency. Regional effects. Computable General Equilibrium.

**JEL:** C68, D58, R40.

**Área de submissão:** Infra-estrutura, transporte, energia, mobilidade e comunicação.

---

<sup>1</sup> Os autores agradecem ao financiamento da FAPEMIG, CAPES e CNPq.

<sup>2</sup> Mestrando – PPGE/UFJF.

<sup>3</sup> Professores Adjuntos – PPGE/UFJF.

## Introdução

O setor portuário, por compor operações de transporte de mercadorias exerce impactos tanto diretos quanto indiretos sobre a economia. Incrementos na eficiência portuária não apenas melhoram a performance econômica do setor, mas também promovem benefícios que são transmitidos em canais estabelecidos nos vínculos entre produção e demanda do sistema produtivo de uma economia, desencadeando efeitos econômicos diretos e indiretos em diversas atividades setoriais e regiões (BOTTASSO et al., 2014), aumentando a rentabilidade dos negócios, a taxa de emprego e os investimentos produtivos (DOOMS et al., 2015).

Outrossim, ganhos de eficiência em operações portuárias, ao remover barreiras não-tarifárias sobre a movimentação de bens importados e exportados, pode viabilizar a oferta nacional de bens e serviços, gerar ganhos de competitividade pela redução dos custos dos insumos importados e pela queda dos preços de bens exportáveis (MALLIDIS; DEKKER; VLACHOS, 2012; MEERSMAN; VAN DE VOORDE, 2013). Em países com oferta doméstica de insumos insuficiente para atender o processo de formação de capital físico, a facilitação de importações atenderia também parte da demanda interna e complementar a oferta nacional.

Entretanto, os efeitos são distintos porque as interações setoriais e regionais com os serviços portuários dentro de cada sistema produtivo apresentam intensidades e distribuições variadas em razão das composições de custos e de demanda, que, em alguma medida, também reproduzem as características geográficas e a própria provisão de infraestrutura e instalações de um porto na economia (BETARELLI JUNIOR et al., 2017; TAVASSZY, LÓRÁNT A.; SMEENK; RUIJGROK, 1998). Desse modo, setores produtivos das regiões econômicas, intensivos em insumos importados ou vendas externas, tornaram-se mais dependentes dos atributos, da funcionalidade, da eficiência e da escala de operação dos portos em um país. (MALLIDIS et al., 2012).

Em suma, a atividade portuária exerce um papel estratégico para facilitar o comércio, reforçar as relativas tendências competitivas dos setores produtivos no mercado interno e externo, assim como criar oportunidades de negócios, viabilizar comércio e tornar as trocas ainda mais rentáveis (Button, 2010, CNT, 2006). Ao mesmo tempo, é um tipo de serviço que pode ampliar e diversificar a base econômica de uma região em um país a partir do próprio crescimento e diversificação da base exportadora (NORTH, 1977; JACOBS, 1969). Por outro lado, os efeitos negativos podem ser originados da atividade portuária quando especialmente ela contribui para a geração e ampliação de filas de caminhões e navios, de atrasos em operações nos portos, de problemas burocráticos, que, em conjunto, tornam a movimentação das mercadorias mais lenta e dispendioso tanto para compradores quanto para vendedores (NOTEBOOM, 2006). Setores com alta dependência das atividades portuárias e regiões cujo desenvolvimento logístico e portuário é deficiente tendem a sofrer maiores prejuízos (MERK e HESSE, 2012).

Estudos aplicados apontam a relação positiva entre a eficiência portuária e diversas variáveis macroeconômicas (i.e. aumento do produto interno bruto, nível de emprego, níveis salariais, desenvolvimento industrial) (BOTTASSO et al., 2014; MERK; HESSE, 2012; MERKE; NOTEBOOM, 2013, HADDAD et al., 2010). Definem como tempo inoperante ou tempo ineficiente, o tempo em que os navios esperam para atracarem. Entre os principais pontos negativos desta problemática, pode-se citar a perda da confiabilidade das autoridades portuárias, principalmente quando são envolvidas cargas perecíveis, pois um atraso além do tolerável pode

resultar em perda parcial ou total da mercadoria (PUGA, 2002; HUMMELS, 2007; JUNQUEIRA, 2017).

Além disso, as barreiras ao comércio internacional, sejam elas comerciais ou não, contribuem para a baixos níveis de investimento estrangeiro, redução das exportações de serviços, menor acesso à tecnologia e ao conhecimento, e uma queda no emprego, resultando numa queda do crescimento econômico (RADELET; SACHS, 1998). Em contrapartida, o investimento em uma infraestrutura de transportes eficiente melhora o ambiente econômico ao ponto de atrair novos empreendimentos e negócios para proximidade, que por consequência tendem a atrair novos investimentos, emprego e a renda local (KRUGMAN, 1993). Outra consequência do aprimoramento da eficiência portuária seria o aumento da acessibilidade e alcance de regiões com indústrias mais influentes em regiões menos desenvolvidas. Esta consequência, por sua vez pode tanto fomentar a indústria e o comércio local, na redução dos custos de obtenção de insumos, como recuar a industrialização local com a disponibilidade de produtos externos mais baratos (PUGA, 2002).

Dessa forma, compreender os impactos deste setor na economia torna-se relevante para a busca do desenvolvimento econômico comercial brasileiro. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é avaliar os impactos diretos e indiretos de variações na eficiência portuária regional brasileira. Considerando que este setor possui importância tanto na obtenção quanto na venda de produtos, influenciando a balança comercial e o Produto Interno Bruto (PIB), variações nas relações de comércio tendem a impactar diversas áreas da economia, incluindo famílias, empresas e outros processos produtivos.

Visando captar as relações heterogêneas entre as regiões e seus impactos, foram estipulados choques individuais para as regiões com maior movimentação portuária brasileira, sendo elas Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Pará, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Os cenários estipulados consistem na realização de choques individuais nas 13 Unidades da Federação portuárias selecionadas, visando captar as influências regionais dos portos na economia local, em suas vizinhanças e no país. Por seu turno, o segundo tipo de cenário aplica um choque nas treze UFs selecionadas, ponderadas conforme sua participação na movimentação física portuária. Almejou-se observar os impactos socioeconômicos da eficiência portuária nas treze UFs e na média brasileira alcançar a média dos 10 portos mais produtivos da América. A extensão destes choques se dá entre os anos de 2023 e 2040. Para acomodar este problema de pesquisa, esta dissertação recorre a um modelo inter-regional de equilíbrio geral computável na versão de dinâmica recursiva, que reconhece as 27 Unidades da Federação no Brasil e 22 setores econômicos.

### **Setor portuário e eficiência portuária**

Discussões de Adam Smith (1776) e David Ricardo (1817) sobre vantagens absolutas e comparativas destacam que a autossuficiência completa dos países é ineficiente e improvável. Por isso, há uma pressão crescente por especialização e aprimoramento de produtos e serviços, para que possam ser utilizados como mercadorias de troca, suprimindo as demandas por produtos escassos ou ineficientes internamente. Dado o excedente produzido e a demanda de produtos, é necessário um intermediário que satisfaça o sistema de trocas, ou seja, um serviço logístico, como o setor portuário.

A eficiência portuária pode ser interpretada como uma barreira não tarifária ao comércio internacional, pois, apesar de não diretamente monetária, seus efeitos têm impactos sobre os fretes, competitividade e investimento, e podem ser empecilhos ao comércio internacional. Uma das formas de interpretar a eficiência portuária seria o tempo dos procedimentos portuários, que podem ser atrasados por diversas etapas portuárias (e.g. desembarço, conferência de cargas, filas para início de operações etc.) (HUMMELS; SCHAUR, 2013). Por vezes, barreiras não tarifárias podem ser superiores às tarifárias aplicadas aos processos de importação (MARINHO, 2015).

Na medida em que a globalização se intensifica, o comércio internacional se torna cada vez mais integrado. Países mais desenvolvidos terceirizam cada vez mais suas indústrias, realocando processos industriais de menor complexidade para países com mão de obra de menor remuneração e se concentrando em processos de maior complexidade e valor agregado. Dessa forma, ocorre cada vez mais a dispersão geográfica das cadeias produtivas, exigindo uma evolução constante de um sistema logístico eficaz e eficiente para conectar distâncias cada vez maiores a um menor custo (GRIPAIS; GRIPAIS, 1995; GEREFFI et al., 2005; LEE et al., 2008).

No modo de produção horizontal, as etapas produtivas podem ocorrer em diversas regiões diferentes, de forma que um atraso em uma etapa implica em outros atrasos consecutivos nas demais, e se a conectividade das regiões de produção não for eficiente, aumentam as chances de o produto ter longos atrasos para venda (JUNQUEIRA, 2017). Por sua vez, pode acabar por reduzir a atratividade do país para participar de novas relações internacionais.

Outro fator preponderante para a retenção dos benefícios gerados pelos portos em nível local é o grau de industrialização da região. Como os portos são responsáveis por conectar diferentes regiões, os custos gerados por sua operação têm um impacto nas decisões de alocação de empresas e indústrias. A redução das tarifas associadas à movimentação de carga para o transporte marítimo, seja por meio do aumento da eficiência ou outras barreiras econômicas, pode levar a maior lucratividade marginal, ampliando a escala de produção e contratações de mão-de-obra nas indústrias, o que pode levar a ganhos econômicos para a região. Contudo, com o aumento da terceirização e a realocação de indústrias pesadas para regiões com vantagens comparativas mais evidenciadas, ocorre uma redução dos benefícios locais, e regiões vizinhas internalizam os benefícios derivados das atividades portuárias (GRIPAIS; GRIPAIS, 1995).

### **Estudos aplicados: Impactos da eficiência portuária e relações regionais**

Por se tratar de um setor intermediário, apresenta influência tanto em trocas intersetoriais quanto intrasetoriais, dessa forma, mediante variações do setor portuário, podem ser observados impactos diretos e indiretos nas economias nacionais e regionais. Os maiores impactos podem ser observados em variáveis como PIB, nível de emprego e nas relações comerciais internacionais. Diversos trabalhos têm abordado esta temática por diferentes vertentes metodológicas para investigar as relações entre a atividade e eficiência portuária e suas repercussões na economia.

Com o objetivo de investigar a relação entre o nível de emprego e o aumento do nível de atividade portuária, Botasso et. al (2013) utilizaram dados referentes ao oeste europeu e encontraram heterogeneidades relativas ao desenvolvimento do sistema portuário local e ao tipo

de setores que demandavam dos portos. Para as regiões portuárias mais desenvolvidas foi encontrado um aumento em torno de 400 a 600 empregos nas proximidades para cada elevação de uma tonelada líquida movimentada, além de apresentar os maiores resultados para portos com demandantes relacionados à setores manufatureiros em detrimento aos ligados à serviços. Já no estudo que estudou a relação do nível de atividade portuária com o PIB regional na Europa (BOTASSO et al., 2014), foram encontrados maiores resultados nas regiões adjacentes aos portos do que nas regiões efetivamente portuárias. E por esta razão os autores recomendam considerar decisões portuárias como de interesse regional, e não apenas do local de instalação dos portos. Foram encontrados resultados de ampliação do PIB entre 0,06% e 0,2% para cada 10% do aumento de atividade portuária.

Seo e Park (2018) estudaram o impacto dos portos marítimos nas províncias sul coreanas entre os anos de 2000 e 2013. Um dos resultados salientados indica que instalações portuárias com baixo nível de atividade obstruem o crescimento regional, enquanto as com alto nível de atividade apresentaram maiores resultados locais regionais para o crescimento econômico. Concluíram que uma das razões deste resultado seria relativo às economias de escala, portos menores tem maiores dificuldades em alcançar escala no serviço, que por sua vez impossibilitam o espraio eficiente dos transbordamentos. Então sugeriram que políticas públicas focalizadas em poucos portos de grande escala são mais eficientes que políticas com alta difusão regional que atingem portos pequenos. Quanto aos valores encontrados, foi observado um aumento de 2,8% do PIB para cada 1 tonelada não containerizada movimentada, e 0,07% de crescimento econômico para cada 1% de carga containerizada.

Merke e Hesse (2012) investigaram a competitividade dos principais portos europeus e encontraram heterogeneidades relativas aos efeitos na economia. Encontraram, por exemplo, que no Porto de Hamburgo, apenas cerca de 13% do crescimento econômico gerado pelo porto reside na cidade sede, e os 87% restantes são difundidos entre seus vizinhos. Divergências foram encontradas também relativas aos ganhos econômicos de cada porto, salientando que quanto maior o nível de desagregação geográfica do estudo, maiores as chances de alcançar uma maior precisão dos resultados. Além disso, em outro estudo, que também investigou a competitividade de portos europeus, foi encontrado que conforme maior o intensidade industrial do produto transportado, maiores os ganhos para as economias regionais, de forma que os setores com maiores ganhos foram relativos à produtos químicos e fármacos, enquanto os menores resultados são relativos à setores ligados ao comércio em atacado e varejo (MERKE; NOTEBOOM, 2013).

A fim de explorar as relações diretas e indiretas na economia do aumento da produtividade portuária do Japão, Doi et al. (2001) empregaram um modelo de EGC. Dentre os resultados encontrados, destacaram que dada elevação de 20% da produtividade portuária nacional, a economia apresentaria retorno de cerca de 0,07% de elevação no PIB japonês.

Ao sinalizar barreiras não-tarifárias como elevadores de preços dos serviços portuários, e por conseguinte atuando na desigualdade regional, Haddad et al. (2010) buscaram compreender como a eficiência atuaria impactando essas barreiras e consequentemente no aumento do Produto em portos brasileiros. Para tal cômputo foi utilizada a metodologia de EGC. Foram estipulados cenários de choques econômicos de forma que: 1) o Brasil alcançasse a fronteira tecnológica da época; 2) Fossem reduzidos custos portuários relativos à burocracia; e 3) Demais portos brasileiros operassem com eficiência equivalente ao porto de maior eficiência do país. Em todos os cenários foram encontrados resultados positivos para incremento do PIB real, com

intensidade variando de 0,03% a 0,05% no curto prazo e 0,06% a 0,13% no longo prazo. Sendo que o maior ganho do PIB encontrado foi no Cenário 3 e o menor no Cenário 2. Este resultado aponta que o problema da disparidade nacional de eficiência dos portos se mostrou mais significativo que a redução da burocracia e a média nacional alcançar a fronteira internacional.

Junqueira (2017) investigou a relação das barreiras não tarifárias (especificamente eficiência logística) e o comércio internacional. Para tal, foi utilizado modelo de EGC. O choque empregado foi definido com base no equivalente tarifário dos atrasos nos fretes marítimos. Seus resultados apontaram para transição na pauta exportadora do Brasil assim como maior integração com vizinhos da América Latina e redução da influência comercial de países mais desenvolvidos. Foi encontrado aumento nas exportações de produtos de maior valor agregado em detrimento dos produtos intermediários, e aumento de importações de produtos primários e intermediários.

Ainda sobre efeitos de barreiras não tarifárias, Rodrigues (2022) utilizou EGC para investigar como a economia brasileira reagiria conforme aumentos da eficiência portuária. Além do uso de modelo de EGC, utilizou primeiramente um tratamento de dados portuários específicos brasileiros para construir um banco de dados referentes aos tempos de operação dos navios operando no Brasil, e converteu esse tempo em uma métrica monetária para utilização no modelo de EGC. Como choques utilizou categorias de aumento da eficiência “conservador”, “intermediário” e “otimista”, correspondendo a reduções de equivalente monetário de 12,5%, 25% e 50%, respectivamente. Encontrou que esse aumento de eficiência não apenas intensificaria as relações internacionais, como aqueceria o mercado interno, via redução na aquisição de insumos. Também foram encontrados maiores impactos do aumento da eficiência portuária em setores com maiores valores agregados da produção.

De forma semelhante, a presente pesquisa se posiciona com o objetivo de investigar as relações e impactos do setor portuário em diferentes áreas da economia. Mais especificamente, investigando como as economias regionais e setoriais brasileiras se comportam frente a diferentes cenários de ganhos de eficiência portuária. Além de realizar um estudo de sensibilidade para investigar a relação de diferença de escala portuária apresentada por estudos anteriores. De forma que seja possível analisar como regiões portuárias de grande e pequena influência impactam seus vizinhos e a economia nacional. Para acomodar tais objetivos foi utilizado um modelo de equilíbrio geral computável, multirregional e multissetorial do Brasil.

### **Tratamentos nos dados**

Esta pesquisa utiliza os microdados para tempos e quantidades relativas à atividade do transporte marítimo da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq, 2023). Foram utilizados os microdados de “Atracação”, “Carga” e “Carga containerizada” para criar um banco de dados que informasse tempos relativos ao frete (tempo de espera, tempo operacional, tempo para atracação etc.) e o tipo de carga. Foram então filtrados apenas dados referentes à navegação de longo curso entre os anos de 2015 e 2022 conforme o padrão do Sistema Harmônico (SH4) e os 22 produtos (setores) selecionados no modelo. E por fim estes dados foram utilizados para formar uma nova variável, os prazos médios estadia<sup>4</sup> portuária por

---

<sup>4</sup> Corresponde ao período que engloba o tempo de espera para atracar até a desatracação.

Unidade da Federação e setor, que foi criado a partir de soma ponderada dos tempos pelo volume físico da mercadoria.

A partir da variável de prazos médios de estadia, foi criada uma variável: a Produtividade da atividade portuária. Esta variável será utilizada para definir a forma de aplicação dos choques nas simulações. Seu cômputo é realizado via divisão da movimentação total portuária pelo prazo médio de estadia, desagregado por setor econômico e unidade da federação.

## O modelo

Esta pesquisa utiliza do modelo inter-regional de EGC proposto por Betarelli Junior et al. (2017), o *Brazilian Interregional Model and Transport* (BIM-T). Com o objetivo de analisar efeitos econômicos regionais projetados de ganhos de eficiência do setor portuário brasileiro. A estrutura matemática do modelo é constituída de um agregado de equações linearizadas, e os resultados são expressos em forma de taxa de crescimento. Este modelo é derivado da tradição australiana de modelagem em EGC do tipo Johansen. Este modelo escolhido é categorizado como dinâmico-recursivo, de forma que a calibragem é realizada apenas no primeiro período, de forma que seja possível obter os impactos dos choques hipotéticos no cenário econômico proposto para o primeiro período, e os resultados deste funcionam como insumo para os períodos posteriores.

A dinâmica recursiva explora dois horizontes intertemporais, o primeiro sendo uma relação entre estoque-fluxo de investimento e capital, sendo que o capital do período corrente depende do nível de investimentos realizados no período passado (backward looking), e o segundo é que a quantidade de investimentos realizados é consequência da taxa esperada de retorno dos investimentos. Por hipótese, a taxa de depreciação do capital é constante entre períodos.

Dado o perfil do capital, investidores definem seu aporte baseado nas expectativas da lucratividade da indústria, que será traduzida em um retorno esperado ao investidor. Aumentos temporários nessa taxa são convertidos em um crescimento limitado do volume de investimentos e capital no setor, essa limitação é derivada do comportamento comedido dos investidores, assim, a flutuação da taxa de retorno esperada é cada vez menos expressiva. O aumento do investimento reduz a taxa de retorno esperada, de forma que a economia se encaminha para a um nível estacionário, para um novo equilíbrio (DIXON; RIMMER, 2002). Assim, é possível definir um cenário básico, o *baseline*, da economia para o futuro, e um cenário hipotético influenciado pelo choque proposto. Os autores apontam que essa diferença pode ser interpretada como efeito de mudanças políticas.

O BIM-T é um modelo de abordagem "*bottom-up*" multirregional, no qual os resultados nacionais são derivados da agregação dos resultados regionais. O modelo permite a simulação de políticas que geram impactos nos preços específicos das diferentes regiões, bem como a modelagem da mobilidade dos fatores de produção entre regiões ou setores. Uma característica distintiva e relevante do BIM-T é a sua capacidade de lidar com margens de transporte e comercialização que variam entre as regiões. Essa capacidade única permite que políticas, como aquelas voltadas para o aprimoramento da infraestrutura de transporte, possam ser detalhadamente especificadas e analisadas.

## Estrutura teórica

A demanda dos agentes econômicos se baseiam em escolhas entre os produtos domésticos e importados (de outros países), sendo essa escolha descrita por uma função de utilidade CES (Elasticidade Constante de Substituição), com a hipótese de Armington. As demandas estão relacionadas aos valores de compra específicos para cada uso. A elasticidade de substituição entre o composto doméstico e o importado é geralmente específica para cada bem, mas pode ser comum para diferentes usos e regiões de uso, embora estimativas diferenciadas possam ser empregadas. As demandas por bens domésticos em uma determinada região são agregadas (considerando todos os usos) para determinar o valor total. A matriz de uso é valorizada em termos de preços de "entrega", que incorporam os valores básicos e as margens, mas não incluem os impostos específicos para cada uso. Formando assim a competição dos produtores no seu mercado de atuação.

Em seguida ocorre uma competição entre os diversos mercados (setores) de uma região pelos recursos que ela dispõe, e esta relação é fixa e definida por uma função Leontief. Conforme as relações entre produtores e setores é definida, ocorre uma nova competição, mas nas vendas setoriais entre as regiões, que disputam pelo “mercado doméstico”, essa competição ocorre via função de utilidade CES. Que por sua vez entre em uma nova competição, na venda de produtos e serviços para as famílias de uma região específica, com os produtos importados, essa competição também é descrita pela função de utilidade CES. Essa dinâmica é representativa tanto para a produção quanto para investimentos.

Em relação a tecnologia de produção setorial, cada setor regional tem a capacidade de produzir múltiplos produtos, utilizando insumos domésticos e importados, trabalho, capital e terra. Essa complexidade pode ser tratada mediante hipóteses de separabilidade, o que reduz a necessidade de parametrização. Consequentemente, a função de produção genérica de um setor é composta por dois blocos: um relacionado à composição da produção setorial e outro relacionado à utilização dos insumos. Esses blocos estão interconectados pelo nível de atividade do setor. Além disso, o fator terra é considerado fixo.

Em seguida, ocorrem três níveis de otimização no processo produtivo das empresas. 1) função de elasticidade constante de substituição (CES) para combinar os insumos domésticos e importados), bem como para os fatores primários (capital e trabalho). Isso implica na possibilidade de substituição entre insumos de origem doméstica e importada por um lado, e entre trabalho e capital por outro; 2) a hipótese de combinação em proporção fixa na utilização de insumos intermediários e fatores primários é adotada, sendo representada pela especificação de Leontief; e 3) são utilizados dois blocos de agregação com elasticidade de transformação constante (CET) para determinar a composição da produção do setor em relação aos produtos e, posteriormente, a distribuição desses produtos entre consumo local e exportações. Esse mecanismo estabelece uma diferenciação entre bens destinados à exportação e aqueles destinados ao mercado local.

No modelo, há um conjunto de famílias representativas em cada região, que consomem tanto bens domésticos provenientes das regiões da economia nacional quanto bens importados. A modelagem da demanda das famílias é baseada em um sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin. As equações de demanda são derivadas a partir de um problema de maximização de utilidade, onde a solução ocorre a partir de etapas hierarquizadas. No primeiro nível dessa hierarquia, ocorre uma substituição CES entre os bens domésticos e os importados.



No nível hierárquico superior subsequente, há uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos, resultando na maximização da utilidade derivada do consumo de acordo com essa função de utilidade. Essa especificação leva à formação do sistema linear de gastos (LES), no qual a proporção dos gastos acima do nível de subsistência para cada bem representa uma parcela constante dos gastos totais de subsistência de cada família.

As funções de demanda por exportações descrevem a saída de bens compostos que deixam o país por meio de uma região específica, como um porto. Dado que a mesma especificação de composição por origem da demanda é aplicada às exportações, o modelo é capaz de capturar os custos de transporte associados, por exemplo, às exportações de produtos da região 1 pelo porto X. Essa característica única do modelo permite a diferenciação entre o local de produção do bem exportado e seu ponto específico de exportação. Informações a relação entre o Brasil e mercado externo, como o volume de exportações estaduais que saem do país por um determinado porto, estão disponíveis no sistema Comex Stat da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), e foi utilizada durante a calibragem do modelo.

Por outro lado, a demanda do governo regional no modelo representa a soma das demandas das esferas de governo (federal, estadual e municipal). No entanto, a demanda do governo não é modelada explicitamente, podendo seguir a renda regional ou ser definida como um cenário exógeno.

No modelo BIM-T, não é incorporado um mecanismo de ajuste temporal no mercado de trabalho. Isso se deve a uma simplificação da teoria do mercado de trabalho, com o propósito de tornar o processo computacional do modelo mais viável. Além disso, o modelo não apresenta uma teoria explícita para a oferta de trabalho. Existem duas opções para operacionalizar o mercado de trabalho no modelo, são elas: 1) Emprego nacional exógeno: o emprego nacional é tratado como um valor fixo ou variações determinadas por características demográficas históricas. Os salários se ajustam endogenamente para equilibrar o mercado de trabalho regional; e 2) Salário real (ou nominal) fixo: o salário é mantido constante, e o emprego é determinado pelo lado da demanda no mercado de trabalho. Como o nível de emprego é uma das variáveis de interesse nos resultados, foi optado pela segunda opção.

Os agentes econômicos denominados como "investidores" são uma categoria de uso na demanda final, responsáveis por promover a criação de novas unidades de capital, também conhecida como formação bruta de capital fixo. Esses investidores selecionam os insumos que serão empregados no processo de produção de capital por meio de um processo de minimização de custos, seguindo uma estrutura de tecnologia hierarquizada. Assim como na tecnologia de produção, o bem de capital é produzido utilizando insumos tanto domésticos quanto importados. Esse processo de formação ocorre em dois níveis hierárquicos: no primeiro nível, ocorre uma combinação de bens de origem doméstica e importada utilizando uma função CES; e, no segundo nível, é formado um agregado dos insumos intermediários compostos, por meio da combinação em proporções fixas (estrutura de Leontief). Esse agregado define o nível de produção do capital no setor. Nenhum fator primário é empregado diretamente como insumo na formação do capital.

No modelo dinâmico recursivo (MONASH), como o BIM-T, a especificação do comportamento dos investimentos ocorre em um contexto de fluxo, dependendo das variações na taxa bruta esperada de retorno em relação à tendência econômica ao longo do tempo. Nesse tipo de modelo, a acumulação de capital varia à medida que os investimentos se tornam

operacionais. Isso constitui o único mecanismo recursivo, isto é, a relação intertemporal entre a acumulação do estoque de capital físico e a alocação do fluxo de investimento, com uma defasagem de um ano. Vale ressaltar que modelos dinâmicos recursivos resolvem uma série de modelos estáticos, um para cada ano. Como resultado, esses modelos também enfrentam a chamada "questão do efeito estático". No modelo, o estoque de capital se acumula, por padrão, conforme a Equação 1.

$$K_t^j = (1 - D^j)K^j + Y^j$$

Assim, a quantidade criada de estoque de capital físico em cada setor  $j$  ( $K_t^j$ ) (ou investidor  $r$ ) no final do período  $t$  é função do estoque de capital depreciado  $[(1 - D^j)K^j]$  no ano  $t$  e do fluxo de investimento ( $Y^j$ ) ao longo do ano  $t$ . O termo  $D^j$  é a taxa de depreciação no setor  $j$ , tratado como um parâmetro exógeno no modelo.

O modelo é formulado com um conjunto de equações de equilíbrio de mercado que abrangem todos os bens consumidos localmente, tanto os de origem doméstica quanto os importados. Os preços de compra para cada categoria de uso (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são calculados como a soma dos valores básicos, dos impostos (diretos e indiretos) incidentes sobre as vendas e das margens. Os impostos sobre vendas são considerados como taxas ad valorem aplicadas aos fluxos básicos. Esse quadro resulta em equilíbrio de mercado tanto para os bens de origem doméstica quanto para os importados, assim como nos mercados de fatores (capital e trabalho) em cada região.

### **Ambiente econômico e análise de política**

Para estar em conformidade com o modelo, é necessário que haja uma definição de duas categorias de soluções sequenciais. Isso decorre do fato de que a calibração do modelo é fundamentada em um ano específico; assim, a cada inserção de uma política, emerge um novo equilíbrio no sistema econômico. A primeira destas categorias é denominada como “*baseline*”. Esta solução tem a função de delinear uma trajetória tendencial prospectiva da economia durante o intervalo temporal predefinido para análise. Computada via expectativas do governo em relação ao PIB e demais variáveis macroeconômicas (Tabela 1). Contrapondo-se a esta, encontra-se a categoria intitulada “política”. Esta objetiva apurar os reflexos temporais gerados por uma política específica, interpretando-os como desvios em relação à trajetória estabelecida pela solução “*baseline*” (frequentemente referida como *business-as-usual*) (BETARELLI JUNIOR et al., 2021).

Em 2015, o Plano Nacional Logístico Portuário (BRASIL, 2015) traçou objetivos, indicadores, metas e ações estratégicas, e entre os tópicos discutidos no plano nacional foi estabelecido como objetivo melhorar a produtividade do sistema portuário na movimentação de cargas no Brasil. Para tal, o Governo Federal apontou como meta um crescimento de 50% da produtividade portuária de cargas graneleiras entre os anos de 2015 e 2035, compreendendo um período de 20 anos. Já para cargas de containers a meta foi traçada de forma que a média agregada brasileira ao final dos 20 anos (2035), alcançasse a média da média de produtividade dos 10 portos com maior índice de produtividade na América, e para tal, o crescimento do total movimentado de contêineres deveria ser de 120% ao longo dos 20 anos. Com base nas metas elencadas pelo Plano Nacional de Logística Portuária (BRASIL, 2015), este estudo buscou avaliar os impactos socioeconômicos do sucesso em cumprir as metas estabelecidas.

**Tabela 1 – Choques no fechamento da *baseline*, em variações reais (%)**

Indicadores econômicos	Observado							Prospectivo*	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023-2027 (a.a.)	2028-2040 (a.a.)
PIB	-3,3	1,3	1,8	1,2	-3,3	5,0	2,9	2,2	2,2
Consumo das famílias	-3,8	2,0	2,4	2,6	-4,6	3,7	4,3	-	-
Gastos do governo	0,2	-0,7	0,8	-0,4	-3,7	3,5	1,5	0,0	2,2
Exportações	0,9	4,9	4,1	-2,6	-2,3	5,9	5,5	-	-
Investimentos	-12,1	-2,6	5,2	4,0	-1,8	16,5	0,9	-	-
Emprego Nacional	-1,6	1,3	2,7	1,6	-6,4	-	-	-	-
Emprego Tendencial	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
População	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Fonte: IBGE (2021, 2022); Brasil (2020) e OCDE-FAO (2023).

Nota: \* Valores ocultos ("-") denotam que as variáveis são endógenas no período.

Primeiro, para padronizar os dados relativos ao perfil de carga (granel e container) em relação ao seu peso, foram levantadas as participações das cargas de granéis e contêineres entre os anos de 2015 e 2022 (Antaq, 2023). Foi encontrado que 88,85% do total do volume transportado foi de cargas graneleiras e 11,15% de contêineres no Brasil. Essa participação foi utilizada para construir um choque médio entre as cargas de diferentes acondicionamentos. Ao calcular uma média ponderada dos crescimentos propostos pelo plano — 50% para cargas graneleiras e 120% para cargas contêineres ao longo de 20 anos —, chegou-se a um crescimento projetado de 57,81% para a produtividade operacional de todas as cargas. Isso se traduz em um aumento médio anual de 2,31% na produtividade das operações portuárias.

Em suma, a estratégia adotada neste estudo para investigar os impactos socioeconômicos das variações na eficiência portuária incorpora dois tipos de choques para a simulação de política: a) Tipo 1: choque regional, que incide individualmente sobre cada uma das Unidades da Federação (UF) selecionadas; e b) Tipo 2: choque proporcional, correspondendo a um choque proporcional à contribuição no total físico transportado pelas UFs selecionadas, incidido simultaneamente.

A seleção das UFs para a realização da política foi feita conforme sua participação no total da movimentação física brasileira. Para obter essa participação no total de movimentação física foi utilizada a série de dados da Antaq, entre os anos de 2015 e 2022. Ao final dessa análise concluiu-se que as treze unidades da federação com maior movimentação portuária seriam utilizadas, por corresponderem à cerca de 98% do total da movimentação física portuária nacional no período. Sendo elas

Os choques regionais visam capturar a importância da atividade portuária em cada localidade e suas regiões vizinhas, investigando impactos específicos e influências regionais. Portos especializados, focados em poucos tipos de cargas, tendem a ser mais eficientes devido à otimização de suas operações, enquanto portos diversificados atendem a uma ampla gama de produtos, facilitando conexões comerciais mais amplas e gerando impactos inter-regionais mais significativos. O estudo testa a hipótese de que portos especializados geram menores

transbordamentos econômicos em comparação aos diversificados e identifica quais portos têm os maiores impactos regionais. Além disso, a utilização dos choques individualizados permite analisar a sensibilidade de quais regiões apresentam os maiores resultados econômicos com o aumento da eficiência portuária local. Já a aplicação do choque proporcional (C\_Prop), investiga os efeitos econômicos de melhorias distribuídas na eficiência dos portos brasileiros, conforme as metas do Plano Nacional Logístico Portuário (BRASIL, 2015).

Dessa maneira, um incremento uniforme de 2,31% na eficiência em cada uma das Unidades da Federação, ou na produtividade do Brasil como um agregado, resultaria em um aumento proporcional no desempenho econômico agregado do país, sob a premissa de que o modelo empregado já incorpora essas proporções específicas. No entanto, devido à natureza do choque, focado na produtividade física (medida em toneladas por hora), foi necessário realizar um ajuste proporcional baseado na movimentação portuária de cada UF. Tal ajuste visa harmonizar as dimensões regionais do modelo EGC, que computa a relação monetária e não física das movimentações. Este procedimento almeja a análise do choque na eficiência portuária pela ótica da movimentação física, para que dessa forma, seja adequadamente refletido no contexto econômico mais amplo, levando em consideração as contribuições diferenciadas de cada UF para a movimentação portuária nacional. Este cômputo é realizado ponderando o choque proposto (2,31%), e pela participação de cada UF escolhida. Além disso, para facilitar a distinção dos cenários e localidades, cada política recebeu o prefixo “C\_”.

Neste contexto, a variável exógena escolhida foi  $atot_{i,d}$ , que seria a mudança técnica da produtividade. Incidindo apenas no setor portuário, com variações em relação a localidade do choque, conforme o Quadro 1. Por sua vez, os valores que serão expressos nos resultados representam como economias regionais e setoriais são afetadas conforme a variação da eficiência portuária nos cenários propostos.

**Quadro 1 – Síntese das políticas selecionadas**

Tipo 1			Tipo 2		
Política	Local	Variação na produtividade portuária ( $atot$ ) (%)	Política	Local	Variação na produtividade portuária ( $atot$ ) (%)
C_AM	AM	2.31		AM	0.02
C_BA	BA	2.31		BA	0.07
C_CE	CE	2.31		CE	0.02
C_ES	ES	2.31		ES	0.27
C_MA	MA	2.31		MA	0.56
C_PA	PA	2.31		PA	0.11
C_PE	PE	2.31	C_Prop	PE	0.02
C_PR	PR	2.31		PR	0.14
C_RJ	RJ	2.31		RJ	0.52
C_RN	RN	2.31		RN	0.01
C_RS	RS	2.31		RS	0.09
C_SC	SC	2.31		SC	0.10
C_SP	SP	2.31		SP	0.38

Fonte: Elaboração própria.

## Resultados

Este estudo analisa os impactos diretos e indiretos do aumento da eficiência portuária nas economias regionais e setoriais. Os resultados nas tabelas se apresentam como variações

acumuladas do cenário da política em relação ao *baseline*. A Tabela 1 apresenta os resultados referentes às variáveis macroeconômicas nacionais agregadas. O aumento da eficiência portuária reduziria os requisitos de serviço para o setor portuário, liberando mão de obra e capital para o mercado. Que por sua vez aumentaria a oferta de fatores primários no mercado e reduzindo seu preço. Resultando numa redução dos custos para firmas, que produziriam mais e o preço de seus bens e consumos teria pressão de baixa, assim reduzindo os preços médios da economia. Neste cenário o aumento da eficiência portuária acarretaria baixa de preços médios na economia e expandiria o potencial de consumo das famílias e escala de produção das firmas. Neste contexto ocorreria um aumento da produção setorial, e por consequência do PIB, com a redução dos níveis de preços as famílias tendem a consumir mais, e firmas tendem a contratar mais, devido à baixa dos custos de produção. A redução dos custos de produção tornaria firmas nacionais mais competitivas podendo aumentar o volume exportado, além de pelo aumento da eficiência portuária, o setor consegue produzir a mesma quantidade dado menor uso de insumos, que por sua vez reduz os custos relativos ao setor e seu preço, facilitando assim as importações.

A Tabela 1 apresenta os desvios acumulados de 2024 a 2040 para principais variáveis macroeconômicas, categorizando os cenários conforme o local de implementação das políticas. Os maiores aumentos no Produto Interno Bruto (PIB) nacional seriam observados nos cenários de São Paulo (C\_SP), Rio de Janeiro (C\_RJ) e cenário simultâneo (C\_Prop), com aumentos de 0,22%, 0,11% e 0,07%, respectivamente. Esses estados movimentam grandes valores pelos portos do país. Em contraste, o Maranhão (C\_MA), apesar de movimentar a maior proporção do volume transportado em toneladas (24%), teria um incremento no PIB nacional de apenas 0,01%, indicando que a relação entre o tipo de mercadoria e a integração do sistema portuário local é decisiva para o crescimento do PIB nacional.

Cenários envolvendo unidades federativas do Norte e Nordeste apresentariam menores aumentos no PIB brasileiro com ganho de eficiência portuária. A elevação no PIB pode estar associada à redução de custos de produção e bens, impulsionando a demanda em outros setores ligados ao portuário, aumentando a competitividade das firmas via insumos mais baratos e maiores margens de venda em exportações. No nível de emprego geral, os cenários com maior impacto seriam C\_SP, C\_RJ e C\_Prop, com aumentos de 0,18%, 0,10% e 0,06%, respectivamente. Em todos os 14 cenários propostos, o impacto no nível de emprego seria menor que no PIB.

Quanto ao mercado internacional, os resultados também seriam heterogêneos. Os mesmos cenários (C\_SP, C\_RJ e C\_Prop) corresponderiam ao top 3; no entanto, alguns cenários, como o Rio Grande do Norte, apresentariam variações próximas de zero na importação (0,001%) e exportação (0,002%) comparado ao cenário de referência. Isso reforça que variáveis macroeconômicas reagem diferentemente dependendo do local das políticas de eficiência portuária. Uma economia mais competitiva e com maior comércio tende a demandar mais serviços e produtos, exigindo maior alocação de mão de obra, aumentando assim o nível de emprego agregado.

Sendo assim, foram selecionados quatro cenários de políticas: Maranhão, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (C\_MA, C\_ES, C\_RJ e C\_SP). Os valores na tabela referem-se aos desvios das variáveis macroeconômicas nos cenários de políticas selecionados, em relação ao *baseline*. Cabe ressaltar, que os efeitos diretos e indiretos dos choques de eficiência portuária são transmitidos sistemicamente entre os setores produtivos da economia brasileira, resultando em impactos desproporcionais ao choque inicial, especialmente no tipo II. As projeções em um

**Tabela 1 – Variação acumulada de variáveis macroeconômicas nacionais, por cenário**

Cenário <sup>a</sup>	2024-2040			
	PIB	Exportação	Importação	Nível de emprego
C_AM	0.016	0.012	0.010	0.014
C_BA	0.025	0.017	0.012	0.022
C_CE	0.010	0.007	0.004	0.008
C_ES	0.063	0.038	0.037	0.055
C_MA	0.012	0.008	0.006	0.010
C_PA	0.010	0.007	0.005	0.009
C_PE	0.029	0.021	0.015	0.026
C_PR	0.047	0.035	0.030	0.040
C_RJ	0.109	0.066	0.065	0.099
C_RN	0.003	0.002	0.001	0.002
C_RS	0.040	0.027	0.022	0.035
C_SC	0.051	0.036	0.032	0.043
C_SP	0.223	0.214	0.180	0.182
C_Prop	0.073	0.058	0.050	0.063

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: resultados representam variação percentual acumulada em relação ao cenário de referência (*baseline*);

<sup>a</sup> Refere-se a cada uma das políticas empregadas realizadas.

modelo EGC apontam que as assimetrias na estrutura de custos e demanda de cada atividade econômica, além das mudanças nos preços relativos, tornam os efeitos econômicos não-lineares e variados ao longo dos anos.

A política implementada na região portuária do Maranhão (C\_MA) resultaria em um aumento de 0,57% no PIB local. No entanto, os impactos econômicos do aumento da eficiência portuária se apresentariam restringindo principalmente às UFs do Piauí e Tocantins. Parte desse efeito se justifica à conexão das UFs conhecida como MATOPIBA, cujos estados compartilham de diversas interações regionais, como o avanço das infraestruturas viária, logística e energética, principalmente ligadas ao avanço do agronegócio local (EMBRAPA, 2014). Ademais, o setor portuário do Maranhão atende predominantemente à exportação de produtos da indústria extrativa, que tem baixa interação com outros setores econômicos. Essa especialização limita a difusão dos impactos econômicos para outras regiões, reduzindo efeitos inter-regionais.

A política C\_ES teria o maior impacto direto no PIB local, com um aumento de 1,61% comparado ao cenário base, devido à variação na eficiência portuária local. Isso também impactou indiretamente a economia de Minas Gerais (MG), aumentaria seu PIB em 0,9%. Esse efeito é explicado pelas especificidades econômicas da região, por exemplo, a especialização do Porto de Vitória, que escoia 21% dos minérios e 26% do ferro e aço do Brasil (Antaq, 2023). Esses produtos dependem de transporte em grandes volumes, e a melhoria na eficiência portuária do Espírito Santo (ES) aumentaria sua competitividade no mercado, elevando o volume de trocas. MG, sendo o maior exportador de ferro e aço e o segundo maior de minérios, escórias e cinzas (BRASIL, 2023), se beneficiaria indiretamente dessa eficiência, já que 22% de suas exportações utilizam o Porto de Vitória. A elevação da eficiência portuária em ES reduziria os preços relativos ao comércio, elevaria a competitividade do mercado de minérios de MG e, conseqüentemente, seu PIB. Pode-se dizer, que quanto maiores as relações inter-regionais, mais setores e agentes econômicos são impactados, gerando maiores efeitos no PIB de diversas regiões.

**Tabela 2 - Resultados regionais de variáveis macroeconômicas acumulados 2024-2040**

Cen <sup>a</sup> /UF	PIB				Exportação				Importação				Nível de emprego			
	C_ MA	C_ ES	C_ RJ	C_ SP	C_ MA	C_ ES	C_ RJ	C_ SP	C_ MA	C_ ES	C_ RJ	C_ SP	C_ MA	C_ ES	C_ RJ	C_ SP
RO	0	0.03	0.06	0.11	0	0.01	0.01	-0.03	0.01	0.03	0.06	0.18	0	0.03	0.07	0.12
AC	0.01	0.05	0.1	0.15	0	0.01	0.01	-0.03	0.01	0.04	0.07	0.17	0.01	0.06	0.11	0.16
AM	0	0.02	0.03	0.07	0	0.01	0.01	-0.03	0.02	0.05	0.07	0.15	0	0.02	0.04	0.07
RR	0.01	0.06	0.11	0.14	0.01	0.01	0.01	-0.03	0.01	0.03	0.05	0.15	0.01	0.06	0.13	0.15
PA	0.01	0.02	0.03	0.07	0.02	0.01	0.01	-0.04	0.01	0.02	0.03	0.12	0.01	0.02	0.04	0.08
AP	0.02	0.04	0.08	0.13	0.03	0.02	0.03	-0.01	0.02	0.04	0.06	0.15	0.02	0.05	0.09	0.14
TO	0.04	0.05	0.08	0.14	0.11	0.04	0.04	-0.02	0	0	0	0	0.05	0.05	0.09	0.16
MA	<b>0.57</b>	0	0.02	0.05	<b>0.02</b>	0.01	0.02	-0.03	<b>0.04</b>	0	-0.01	0.11	<b>0.43</b>	0	0.02	0.05
PI	0.06	0.03	0.06	0.12	0.14	0.03	0.04	-0.02	0	0	0	0	0.07	0.04	0.07	0.13
CE	0.01	0.02	0.05	0.11	0.01	0.01	0.01	-0.06	0.01	0.03	0.06	0.14	0.01	0.02	0.05	0.11
RN	0.01	0.02	0.04	0.12	0.01	0.01	0.02	-0.05	0.01	0.03	0.05	0.17	0.01	0.03	0.05	0.13
PB	0.01	0.03	0.07	0.14	0.01	0.02	0.03	-0.03	0.01	0.03	0.05	0.17	0.01	0.04	0.07	0.14
PE	-0.01	-0.02	-0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	-0.02	0	0	0.01	0.12	-0.02	-0.03	-0.01	0.03
AL	0	0.03	0.05	0.1	0.01	0.01	0.03	-0.03	0.01	0.02	0.04	0.14	0	0.03	0.06	0.11
SE	0	0.01	0.03	0.09	0.01	0.01	0.02	-0.04	0	0.01	0.02	0.12	0	0.01	0.04	0.1
BA	0	0.02	0.04	0.09	0.01	0.02	0.03	-0.03	0.01	0.03	0.03	0.13	0	0.02	0.04	0.1
MG	0.01	0.09	0.1	0.15	0.07	0.62	0.29	0.24	0.01	0.09	0.1	0.18	0.01	0.11	0.12	0.17
ES	-0.01	<b>1.61</b>	-0.25	-0.06	0.01	<b>0.07</b>	0.07	-0.02	0	<b>0.19</b>	-0.02	0.1	-0.02	<b>1.08</b>	-0.32	-0.09
RJ	0	0.02	<b>0.61</b>	0.08	0.01	0.12	<b>0.34</b>	0	0	0.02	<b>0.15</b>	0.13	0	0.01	<b>0.45</b>	0.09
SP	0	0.03	0.06	<b>0.52</b>	0.01	0.04	0.05	<b>0.63</b>	0.01	0.04	0.07	<b>0.24</b>	0	0.03	0.07	<b>0.38</b>
PR	0	0.02	0.05	0.03	0	0.01	0.01	-0.02	0.01	0.03	0.05	0.13	0	0.03	0.05	0.03
SC	0	0.01	0.02	-0.03	0	0.01	0.01	-0.02	0	0.03	0.04	0.12	0	0.01	0.02	-0.04
RS	0	0.02	0.05	0.06	0	0.01	0.01	-0.03	0.01	0.04	0.06	0.13	0	0.03	0.05	0.06
MS	0.01	0.04	0.06	0.12	0.01	0.01	0.01	-0.02	0.01	0.06	0.1	0.15	0.01	0.05	0.08	0.15
MT	0.01	0.04	0.06	0.09	0.01	0.01	0.01	-0.02	0.01	0.06	0.1	0.14	0.02	0.05	0.07	0.12
GO	0.02	0.05	0.07	0.14	0.14	0.18	0.1	0.1	0	0	0	0	0.02	0.06	0.08	0.16
DF	0.01	0.05	0.06	0.12	0.33	0.46	0.23	0.24	0.01	0.04	0.05	0.14	0.01	0.05	0.07	0.13

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: resultados representam variação percentual acumulada em relação ao cenário de referência (*baseline*);

<sup>a</sup> Refere-se a cada uma das políticas empregadas realizadas.

A política incidida sob a região portuária do Rio de Janeiro (C\_RJ), resultaria em um aumento de 0,61% no PIB local comparado ao cenário base. Em 2019, o estado foi responsável por cerca de 14% das exportações e 8% das importações do Brasil, utilizando principalmente suas próprias instalações portuárias (BRASIL, 2023; Antaq, 2023). No mesmo ano, combustíveis e derivados minerais foram os principais produtos exportados pelo estado, responsável por 71% dessas exportações. O aumento da eficiência portuária reduziria os custos de transporte, diminuindo os preços no mercado externo e aumentando a eficiência de outros setores, o que impulsiona o PIB local. O aumento da demanda também eleva os preços locais, aumentando os salários e a renda real. O impacto indireto mais significativo ocorre em Minas Gerais (MG), onde o PIB aumentaria 0,11% devido à melhoria da eficiência portuária no Rio de Janeiro, que é a segunda maior porta de entrada para importações destinadas a MG, com 22% dos produtos importados passando pelo RJ. No entanto, esse aumento de eficiência portuária causaria uma

queda de 0,25% no PIB do Espírito Santo (ES), possivelmente devido à uma competição entre as regiões portuárias pela oferta dos serviços portuários. O ES, principal porta de saída para produtos de menor valor agregado, perderia demanda para o Rio de Janeiro, reduzindo sua atividade econômica. Por outro lado, a eficiência portuária melhorada no ES não impactaria significativamente o PIB do Rio de Janeiro, que depende mais da produção local, especialmente de petróleo e gás.

O setor portuário de São Paulo se destaca pela alta conectividade com o restante do país, sendo referência para mais de 12 estados em exportação e importação. São Paulo é o maior exportador, com cerca de 19% do total, e o maior importador, com 32% do total nacional. A elevação da eficiência portuária em São Paulo beneficia significativamente outras unidades federativas (UFs). No Centro-Oeste, por exemplo, o Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul veriam aumentos no PIB local de 0,12%, 0,09%, 0,12% e 0,14%, respectivamente.

A melhoria na eficiência portuária reduz custos de insumos e eleva margens de venda, impactando positivamente tanto a própria UF quanto outras regiões influenciadas por suas relações comerciais. Essa influência se manifesta na redução dos níveis de preços, aumento da produção e competitividade das empresas (efeito-atividade), além da elevação dos níveis de preços devido ao aumento da demanda, o que incrementa os custos de produção, salários e renda real (efeito-preço). Localmente, São Paulo apresentou um crescimento de 0,52% no PIB em relação ao cenário base, um impacto absoluto maior que o observado em outros cenários devido ao seu maior valor bruto. Este alto nível de conexão com várias UF's e seu significativo valor econômico fez com que o aumento da eficiência portuária em São Paulo resultasse no maior ganho para a economia nacional, com um crescimento de 0,22% em relação ao cenário base.

Na análise do volume de exportações, observa-se um padrão diferente em relação ao PIB, onde tanto no cenário de ganhos de eficiência portuária no Maranhã quanto do Espírito Santo (C\_MA e C\_ES) apresentariam efeitos locais menores que em outras regiões. No caso do C\_MA, o maior resultado aparente seria o aumento do total exportado no Distrito Federal, em 0,33%, enquanto TO, PI e GO apresentariam, em média, 0,1% de elevação do total exportado. No cenário C\_ES, MG apresentaria uma elevação de 0,62% e o DF de 0,46%. A redução nos custos com serviços portuários em uma localidade implicaria aumento da competitividade frente ao mercado internacional, entretanto, para que vizinhos possam usufruir destes ganhos, é importante que demandem do porto que teve o aumento da eficiência, desde que o comércio local não seja concorrente do mesmo produto ou serviço. Os resultados negativos nessa variável podem estar ligados ao efeito competição entre os portos, pois ao tornar uma região portuária mais eficiente, pode alterar como demandantes escolhem por este ou outros portos. Por exemplo, no cenário do aumento da eficiência portuária em SP (C\_SP), a maioria das UF's apresenta redução nas exportações, enquanto no local ocorreria um aumento de 0,62% do total exportado, assim como haveria aumentos em outras UF's não portuárias, como MG, GO e DF.

As importações seriam, principalmente, impactadas nos locais das políticas, com exceção do MA, que apresentou um efeito de magnitude mais baixo. O impacto mais significativo seria observado em São Paulo (C\_SP), cujo efeito local seria de 0,24%, espalharia-se para a maioria das outras UF's com uma média superior a 0,14%. Com efeito contrário à exportação, isso se deve, principalmente, à estrutura de demanda de importações brasileiras, que também está presente no modelo. Como o estado de São Paulo é a principal porta de entrada de importações no Brasil, assim como para a maioria de outras UF's, a elevação de sua eficiência portuária resultaria em um crescimento por todos as regiões O aumento da eficiência portuária interage



com as importações no sentido de reduzir o custo dos transportes, que por consequência reduz o custo dos bens importados, assim possibilitando que famílias possam usufruir de uma cesta mais diversificada e maior de produtos, via redução de seus preços, assim como firmas tem acesso a insumos mais baratos, podendo operar sob menores custos e maiores níveis de escala de produção.

Com relação aos níveis de emprego regionais, observa-se resultado semelhante ao encontrado no PIB, tanto em relação a magnitude quanto nível. Parte da justificativa deste resultado se encontra na dinâmica econômica compreendida pelo modelo, em que cada resultado para um novo período é formado com base no resultado do período anterior. Dessa forma, o aumento da eficiência portuária tende a tornar o setor portuário e os demais que dele demandam mais competitivos, baixando o nível dos preços da economia, aumentando a demanda das famílias, que por sua vez induz o mercado a aumentar sua oferta de produtos, aumentando sua demanda por funcionários para acomodar este aumento.

Os impactos setoriais das variações na eficiência portuária seriam mais pronunciados no próprio setor portuário, especialmente nos estados com maior participação nas movimentações físicas nacionais, como São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Espírito Santo (ES), que apresentariam crescimentos de 16,6%, 5,12% e 3,17%, respectivamente. Os setores subsequentes mais influenciados incluem Petróleo e Gás, Produtos Elétricos, Eletrônicos e da Comunicação, e Máquinas e Equipamentos. O setor de Petróleo e Gás teria o maior crescimento no cenário de aumento da eficiência portuária no Rio de Janeiro (C\_RJ), com um aumento de 0,33% na produção nacional. Este resultado está ligado à dependência do estado na produção e exportação de combustíveis minerais, que representaram cerca de 75% das exportações do estado em 2019, enquanto o Rio de Janeiro foi responsável por 70% dessa exportação, sendo a maior categoria de exportação nacional com 16,5% do total.

O setor de Produtos Elétricos, Eletrônicos e da Comunicação apresentaria o segundo maior crescimento de produção em resposta à variação na eficiência portuária, com as maiores variações nos cenários de C\_SP (0,23%), C\_RJ (0,11%) e C\_ES (0,07%). São Paulo, o maior importador e principal porta de entrada desses produtos no Brasil, veria uma redução nos custos de insumos e uma expansão da escala de produção, permitindo um maior nível de produção. Máquinas, Equipamentos e Veículos, tradicionalmente importados pelo Brasil, representaram cerca de 30% das importações e 7,5% das exportações em 2019, com São Paulo sendo a principal porta de entrada e saída. Devido à concentração geográfica do setor e sua dependência da importação de insumos, a maior eficiência portuária em São Paulo reduziria os custos de obtenção de insumos e aumentaria a margem de venda, possibilitando um aumento na produção em comparação ao cenário base.

### **Considerações Finais**

Os setores de transportes são essenciais para integrar mercados e regiões, facilitando a oferta e demanda de produtos. A especialização regional em atividades econômicas específicas promove eficiência, tornando a autossuficiência completa dos países ineficaz. O transporte marítimo, responsável por mais de 80% do volume transportado globalmente, é circunstancial para a eficiência econômica, reduzindo custos e ampliando a oferta de bens. No Brasil, apesar de sua vasta extensão e importância econômica global, o transporte portuário enfrenta desafios, como longos tempos de fila e operação, que impactam diretamente os custos e a eficiência do setor.

A pesquisa visa avaliar os impactos diretos e indiretos da eficiência portuária regional brasileira na economia. Para isso, foram coletados e tratados microdados da Antaq (2023), construindo-se um banco de dados sobre tempos de atracação, operação, tipos de mercadorias e destinos. A métrica "toneladas por hora" foi definida para avaliar a eficiência de forma ponderada. E, um modelo de Equilíbrio Geral Computável (CGE) foi utilizado para captar os impactos econômicos diretos e indiretos das variações na eficiência portuária.

Os resultados foram divididos em nacionais, regionais e setoriais. Nacionalmente, um aumento de 2,31% na eficiência portuária das Unidades da Federação (UF) resultaria em um crescimento do PIB nacional entre 0,003% e 0,22%, refletindo as especificidades regionais. Estados com maiores relações comerciais, como São Paulo e Rio de Janeiro, apresentaram os maiores impactos positivos. A exportação nacional variaria entre 0,002% e 0,214%, a importação entre 0,001% e 0,18%, e o nível de emprego entre 0,002% e 0,182%. São Paulo e Rio de Janeiro teriam os melhores desempenhos devido à sua influência econômica e capacidade portuária.

Regionalmente, os choques de eficiência em São Paulo e Rio de Janeiro mostraram os maiores impactos, beneficiando regiões sem acesso ao mar, como o Centro-Oeste. Entretanto, também foi observado um possível efeito de competição entre regiões. Por exemplo, a melhoria na eficiência portuária do Rio de Janeiro impactou negativamente a economia do Espírito Santo, enquanto a recíproca não foi verdadeira. Em São Paulo, um aumento na eficiência portuária estimulou o PIB regional de outros estados, como Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Tocantins, refletindo em maior exportação, consumo das famílias e nível de emprego.

Setorialmente, a elevação da eficiência portuária regional afetaria negativamente os setores portuários adjacentes, com maior impacto conforme a relevância do porto, resultado de uma possível alteração na estrutura de competição por oferta de serviços portuários. No cenário de São Paulo, sua atividade portuária expandiu 62,2%, enquanto outras UFs sofreram uma redução média de 8%, sendo o Rio Grande do Sul o mais afetado. São Paulo manteve sua demanda mesmo com aumentos de eficiência em outras regiões. Setores como Petróleo e Gás, Produtos Elétricos, Eletrônicos e da Comunicação, e Máquinas, Equipamentos e Veículos foram beneficiados pela redução de custos de produção, expansão da produção e aumento do nível de emprego, especialmente nos cenários de maior eficiência no Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo.

## Referências

- ANTAQ: Estatístico Aquaviário. Disponível em: <<https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/Relatorio.html#pt>>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio et al. Ciclo de negócios e incertezas: avaliando o comportamento e as perspectivas da indústria automotiva diante da crise pandêmica da Covid-19 no Brasil. 2021.
- BOTTASSO, Anna et al. Ports and regional development: a spatial analysis on a panel of European regions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 65, p. 44-55, 2014.
- BOTTASSO, Anna et al. The impact of port throughput on local employment: Evidence from a panel of European regions. *Transport policy*, v. 27, p. 32-38, 2013.
- BRASIL. Ministério da Infraestrutura. *Plano Nacional Logístico Portuário*. Brasília, 2015.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. *Comex Stat*. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 20 dez. 2023
- BUTTON, Kenneth. *Transport economics*. Edward Elgar Publishing, 2010.,
- CNT. Pesquisa aquaviária CNT 2006. Portos marítimos: longo curso e cabotagem. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Pesquisa/pesquisa-cnt-aquaviaria>. Acesso em: 15/06/2022.
- DOI, Masayuki; TIWARI, Piyush; ITOH, Hidekazu. A computable general equilibrium analysis of efficiency improvements at Japanese ports. *Review of Urban & Regional Development Studies*, v. 13, n. 3, p. 187-206, 2001.
- DOOMS, Michael; HAEZENDONCK, Elvira; VERBEKE, Alain. Towards a meta-analysis and toolkit for port-related socio-economic impacts: a review of socio-economic impact studies conducted for seaports. *Maritime Policy & Management*, v. 42, n. 5, p. 459-480, 2015.
- GEREFFI, Gary et al. The global economy: organization, governance, and development. *The handbook of economic sociology*, v. 2, p. 160-182, 2005.
- GRIPAIO, Peter; GRIPAIO, Rose. The impact of a port on its local economy: the case of Plymouth. *Maritime Policy and Management*, v. 22, n. 1, p. 13-23, 1995.
- HADDAD, Eduardo A. et al. Regional effects of port infrastructure: a spatial CGE application to Brazil. *International Regional Science Review*, v. 33, n. 3, p. 239-263, 2010.
- HUMMELS, D. Transportation costs and international trade in the second era of globalization. *Journal of Economic Perspectives*, Pittsburgh, v. 21, n. 3, p. 131-154, 2007.
- HUMMELS, David L.; SCHAUR, Georg. Time as a trade barrier. *American Economic Review*, v. 103, n. 7, p. 2935-2959, 2013.
- JACOBS, J. *The economy of cities*. New York: Random House, 1969.
- JUNQUEIRA, Eduardo Lopes. Análise dos impactos econômicos e da inserção do Brasil em cadeias de valor globais devido às melhorias de eficiência portuária propostas no acordo de facilitação do comércio de Bali. 2017. *Tese de Doutorado*.
- KRUGMAN, Paul R. On the relationship between trade theory and location theory. *Review of international economics*, v. 1, n. 2, p. 110-122, 1993.

LEE, Sung-Woo; SONG, Dong-Wook; DUCRUET, César. A tale of Asia's world ports: the spatial evolution in global hub port cities. *Geoforum*, v. 39, n. 1, p. 372-385, 2008.

MALLIDIS, Ioannis; DEKKER, Rommert; VLACHOS, Dimitrios. The impact of greening on supply chain design and cost: a case for a developing region. *Journal of Transport Geography*, v. 22, p. 118-128, 2012.

MARINHO, R. R. Estimativas do impacto ao Brasil do Acordo de Facilitação do Comércio de Bali. 2015. 104 f. *Dissertação (Mestrado em Economia)* - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2015.

EMBRAPA. Matopiba, a nova ousadia da agricultura brasileira. **Portal de notícias Embrapa**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/1705609/matopiba-a-nova-ousadia-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MEERSMAN, Hilde; VAN DE VOORDE, Eddy. The relationship between economic activity and freight transport. In: Freight transport modelling. *Emerald Group Publishing Limited*, 2013. p. 15-43.

MERK, Olaf; NOTTEBOOM, Theo (2013), "The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Rotterdam/Amsterdam, the Netherlands", OECD Regional Development Working Papers, No. 2013/08, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5k46pghnvdvj-en>.

MERK, Olaf; HESSE, Markus. The competitiveness of global port-cities: *The case of Hamburg*, Germany. 2012.

NORTH, D. Teoria da localização e crescimento econômico regional. In: J. SCHWARTZMANN (org.). *Economia Regional e urbana: textos escolhidos*. Belo Horizonte: UFMG, p. 333-343, 1977.

NOTTEBOOM, Theo; RODRIGUE, Jean-Paul. Port regionalization: towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2006.

PEROBELLI, Fernando Salgueiro et al. Impactos Econômicos do aumento das exportações brasileiras de produtos agrícolas e agroindustriais para diferentes destinos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 55, n. 2, p. 343-366, 2017.

PUGA, Diego. European regional policies in light of recent location theories. *Journal of economic geography*, v. 2, n. 4, p. 373-406, 2002.

RADELET, Steven et al. The East Asian financial crisis: diagnosis, remedies, prospects. *Brookings papers on Economic activity*, v. 1998, n. 1, p. 1-90, 1998.

RICARDO, David. On rent. *The Economics of Structural Change*, v. 1, 1817. DIXON; RIMMER, 2002).

RODRIGUES, João Vitor Morelli. Os efeitos econômicos da eficiência portuária no Brasil. 2022. *Dissertação de Mestrado*.

SEO, Young-Joon; PARK, Jin Suk. The role of seaports in regional employment: evidence from South Korea. *Regional Studies*, v. 52, n. 1, p. 80-92, 2018.

SMITH, Adam. La riqueza de las naciones. 1776.

TAVASSZY, Lóránt A.; SMEENK, Ben; RUIJGROK, Cees J. A DSS for modelling logistic chains in freight transport policy analysis. *International Transactions in Operational Research*, v. 5, n. 6, p. 447-459, 1998.