

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

**RODRIGO CARNEIRO ESTIMA**

**EFEITOS DA DISRUPÇÃO LOGÍSTICA GLOBAL: UMA ANÁLISE POR MEIO DO  
MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL**

**Porto Alegre (RS)**

**2023**

RODRIGO CARNEIRO ESTIMA

**EFEITOS DA DISRUPÇÃO LOGÍSTICA GLOBAL: UMA ANÁLISE POR MEIO DO  
MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL**

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

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Massuquetti

Porto Alegre (RS)

2023

E81e

Estima, Rodrigo Carneiro.

Efeitos da disrupção logística global: uma análise por meio do modelo de equilíbrio geral computável / Rodrigo Carneiro Estima. – 2023.

74 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2023.

“Orientadora: Profa. Dra. Angélica Massuquetti”.

1. Logística. 2. Comércio internacional. 3. Globalização. 4. Projeto Global de Análise de Comércio. 5. COVID-19, Pandemia de, 2020-. 6. Fretes. I. Título.

CDU 658.7:339.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

RODRIGO CARNEIRO ESTIMA

**EFEITOS DA DISRUPÇÃO LOGÍSTICA GLOBAL: UMA ANÁLISE POR MEIO DO  
MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL**

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

Aprovado em 15 de março de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Angélica Massuquetti – Orientadora – UNISINOS

---

Tiago Wickstrom Alves – UNISINOS

---

Gibran da Silva Teixeira – FURG

---

Márcio Nora Barbosa – FURG

## **AGRADECIMENTOS À UNISINOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Bolsas Unisinos de Apoio à Pesquisa de Ciência, Tecnologia, Inovação e Empreendedorismo.

**Às minhas meninas.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, fonte de todo o conhecimento e que me abençoou com a possibilidade de realizar este trabalho.

Agradeço à minha família, minhas meninas Natália, Maria Clara e Cecília, que me acompanharam e alegraram os meus dias de estudo.

Agradeço aos meus pais, que sempre incentivaram os meus projetos e me apoiaram para que eu pudesse atingir os meus objetivos, além de serem exemplo de estudo e dedicação.

Agradeço da mesma forma aos meus avós e a todos os familiares que muito estudaram e trabalharam, deixando um legado de educação, trabalho e fé.

Agradeço aos colegas que engrandeceram os trabalhos e discussões, sendo ainda apoio constante e fonte de inspiração.

Agradeço à minha querida e brilhante orientadora Angélica e ao brilhante pesquisador e professor André, que souberam conduzir esta jornada com maestria desde o primeiro dia, colocando por diversas vezes as necessidades dos seus alunos acima das suas próprias necessidades. Agradecendo também aos professores Márcio, Gibran e Tiago, estou certo de que pude me apoiar nos ombros de grandes pesquisadores.

## RESUMO

A pandemia de Covid-19 causou uma disrupção logística global que elevou o custo de transporte a níveis muito altos e reacendeu a discussão sobre globalização, comércio internacional e internacionalização das cadeias de produção. Este trabalho propõe a simulação de uma disrupção logística global, a fim de analisar os efeitos nos países e regiões em termos econômicos: produção, bem-estar e comércio internacional. É simulado um choque na logística global, utilizando o modelo de equilíbrio geral computável (GTAP 10). No cenário proposto, todas as regiões analisadas teriam redução no bem-estar, haveria redução na produção e no comércio internacional, com uma piora mais relevante nos países onde a economia tem maior dependência do comércio internacional. O choque proposto tem efeitos similares às ações protecionistas e tem efeitos contrários à globalização.

**Palavras-chave:** Logística; Comércio internacional; Globalização; GTAP; Pandemia de Covid-19; Disrupção logística; Fretes internacionais.



## ABSTRACT

The Covid-19 pandemic caused a global logistical disruption that raised transport costs to very high levels, and reignited the discussion on globalization, international trade and the internationalization of production chains. This work proposes the simulation of a global logistics disruption, in order to analyze the effects on countries and regions in terms of economics: production, well-being and international trade. A shock is applied to global logistics using the computable general equilibrium model (GTAP 10). In the proposed scenario, all regions analyzed would experience a reduction in well-being, there would be a reduction in production and international trade, with a more relevant worsening in countries where the economy is more dependent on international trade. The proposed shock has effects similar to protectionist actions and has effects contrary to globalization.

**Keywords:** Logistics; International trade; Globalization; GTAP; Pandemic Covid-19; Logistics disruption; International freight.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Atraso acumulado e confiabilidade do transporte marítimo.....	18
Figura 2 – Índice de frete de contêineres ( <i>Drewry</i> ). .....	19
Figura 3 – Média das exportações e importações em porcentagem da renda nacional para o ano de 2011. ....	23
Figura 4 – O crescimento do comércio mundial (deflacionado): 1948-1990. ....	27

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Agregação setorial.....	42
Quadro 2 – Agregação regional. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comércio internacional marítimo (milhões de toneladas).....	17
Tabela 2 – Alteração percentual na produção.....	45
Tabela 3 – Alteração na produção (US\$ milhões).....	45
Tabela 4 - Produção global (US\$ milhões).....	46
Tabela 5 – Alteração percentual no PIB. ....	46
Tabela 6 – Alteração no PIB por componentes (US\$ milhões). ....	47
Tabela 7 – Alteração na balança comercial (US\$ milhões). ....	47
Tabela 8 – Variação percentual nas importações feitas pelos EUA. ....	48
Tabela 9 – Variação nas importações feitas pelos EUA (US\$ milhões). ....	49
Tabela 10 – Variação percentual nas importações feitas pela China.....	49
Tabela 11 – Variação nas importações feitas pela China (US\$ milhões). ....	50
Tabela 12 – Variação percentual nas importações feitas pela Alemanha. ....	50
Tabela 13 – Variação nas importações feitas pela Alemanha (US\$ milhões). ....	51
Tabela 14 – Variação percentual nas importações feitas pelo Brasil. ....	51
Tabela 15 – Variação nas importações feitas pelo Brasil (US\$ milhões). ....	52
Tabela 16 – Variação percentual nas importações feitas pela Austrália. ....	52
Tabela 17 – Variação nas importações feitas pela Austrália (US\$ milhões). ....	53
Tabela 18 – Variação percentual nas importações feitas pela África do Sul.....	53
Tabela 19 – Variação nas importações feitas pela África do Sul (US\$ milhões). ....	53
Tabela 20 – Variação percentual nas importações feitas pela EU. ....	54
Tabela 21 – Variação nas importações feitas pela UE (US\$ milhões). ....	54
Tabela 22 – Variação percentual nas importações. ....	55
Tabela 23 – Alteração no bem-estar por componentes (US\$ milhões). ....	56
Tabela 24 – Elasticidades de substituição do modelo.....	57
Tabela 25 – Análise de sensibilidade – bem-estar (US\$ milhões). ....	58
Tabela 26 – Variação dos principais indicadores .....	59

## LISTA DE SIGLAS

CIF	<i>Cost, Insurance and Freight.</i>
EGC	Equilíbrio Geral Computável.
FOB	<i>Free on Board.</i>
GTAP	<i>Global Trade Analysis Project.</i>
MPSGE	<i>Mathematical Programming System for General Equilibrium.</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
PIB	Produto Interno Bruto.
UE	União Europeia
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development.</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>16</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E EMPÍRICA</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Benefícios do livre comércio</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 Transporte e cadeias logísticas globais</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3 Modelos de equilíbrio geral computável</b> .....	<b>29</b>
2.3.1 Análise logística por meio de modelos de EGC .....	29
2.3.2 Análise do transporte utilizando o GTAP .....	33
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1 Modelo de EGC e GTAP</b> .....	<b>37</b>
<b>3.2 Transporte e logística no GTAP</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3 Agregação regional e setorial</b> .....	<b>42</b>
<b>3.4 Cenário proposto</b> .....	<b>43</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>44</b>
<b>4.1 Impactos sobre a produção</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2 Impactos sobre o comércio internacional</b> .....	<b>47</b>
<b>4.3 Impactos sobre o bem-estar</b> .....	<b>55</b>
<b>4.4 Análise de sensibilidade</b> .....	<b>56</b>
<b>4.5 Considerações finais</b> .....	<b>58</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>APÊNDICE A – AGREGAÇÃO SETORIAL DETALHADA</b> .....	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A partir de 2020, o mundo como era conhecido previamente mudou de forma drástica. A pandemia de Covid-19 mudou os hábitos, afastou as pessoas fisicamente por algum tempo e acelerou a interação por meio de ferramentas e ambientes digitais. A digitalização, que vinha otimizando processos desde o final do século passado, foi acelerada abruptamente por conta do cenário que se apresentou. Foram trocadas longas viagens pelo planeta por reuniões online de 30 minutos no quintal das casas, as compras online e as entregas em domicílio cresceram, os indivíduos se adaptaram ao *home office* e, mais do que nunca, todos começaram a acompanhar os acontecimentos de forma remota. O mundo todo passou a ser visto e controlado pela tela dos aparelhos celulares (AMANKWAH-AMOA, 2021; BECKEN; HUGHEY, 2022).

No meio destas mudanças e do ambiente digital, um grande setor continuava a operar fisicamente, já que parar não era uma opção para quem conecta e abastece o mundo inteiro. O mercado de logística e transporte global enfrentou desafios extremos. Em um primeiro momento, uma redução geral de movimentação: *lockdown*, redução do consumo de bens diante de um futuro incerto, quebra de contratos de transporte, estoques acumulados nos centros de distribuição, operações interrompidas e uma grande incerteza (UNCTAD 2021a).

Em um segundo momento, o extremo oposto: a necessidade urgente de manter o fluxo de mercadorias, alimentos, combustíveis, matérias-primas, remédios e vacinas em um mundo repleto de gargalos logísticos fez com que a demanda por transporte internacional aumentasse. Mas o cenário não era favorável e a oferta de transporte estava prejudicada: portos e outros serviços operando com capacidade reduzida, caminhoneiros impedidos de transitar e diversos casos de surtos de Covid-19 em tripulantes de navios. (BARLETA; SÁNCHEZ, 2020; SHETH, 2020; KOCH et al. 2020; ALPHALINER, 2021a).

O *Review of Maritime Transport 2021*, relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, destaca que o choque causado pela pandemia no primeiro semestre de 2020 fez com que o transporte marítimo reduzisse em 3,8%, retornando à normalidade no terceiro trimestre do mesmo ano (UNCTAD, 2021a). No entanto, o relatório enfatiza que a retomada do comércio foi prejudicada pelos gargalos na cadeia logística oriundos das recorrentes restrições

operacionais causadas pela pandemia. Os portos ficaram congestionados, o reposicionamento de contêineres foi prejudicado e os valores de frete aumentaram como nunca antes visto. A situação que já não era favorável se deteriorou ainda mais com a interrupção do canal de Suez durante seis dias, causada pelo encalhamento do navio *Ever Given*, em 2021. Este acontecimento gerou um prejuízo diário estimado em, aproximadamente, US\$ 9,6 bilhões com base em uma avaliação da *Lloyd's List Intelligence* (2021), que obrigou o redirecionamento de navios e aumentou ainda mais a disrupção logística global.

Em 2022 houve ainda uma escalada nas tensões no leste europeu, com a guerra entre a Rússia e a Ucrânia, aumentando as sanções impostas, principalmente, contra a Rússia, dificultando o comércio entre os países e trazendo mais incertezas acerca do fluxo global de mercadorias. Assim, o cenário foi caracterizado por portos congestionados, bloqueios logísticos, interrupções operacionais por surtos de Covid-19, custos de transporte altos, preço dos combustíveis incerto e volátil, ataques cibernéticos cada vez mais frequentes e uma grande incerteza com relação ao futuro (NOTTEBOOM, 2021; UNCTAD 2021a; 2022a; 2022b).

Diante do cenário descrito e da possível fragilidade das cadeias logísticas globais diante de pandemias, crises energéticas, guerras, crises ambientais e outros possíveis acontecimentos, este trabalho propõe a simulação de uma disrupção logística global. A simulação é feita por meio de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), com a base de dados do *Global Trade Analysis Project* (GTAP), versão 10. Diferentemente da maioria dos estudos já realizados, utilizando o EGC para análises logísticas, que busca avaliar o efeito positivo de projetos de otimização logística em localidades específicas, a proposta desta pesquisa é simular um choque de ineficiência e que afete igualmente toda a cadeia logística global, sem dar ênfase em magnitude a nenhuma localidade específica.

Este trabalho é composto por cinco capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo trata da fundamentação teórica e empírica, com uma revisão sobre o comércio entre os países, a logística e o transporte, e de estudos que utilizaram EGC para tratar de temas relacionados ao transporte. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia proposta, as premissas e o GTAP 10. Já no quarto capítulo apresentam-se os resultados da simulação, com foco no comércio



internacional e nas alterações resultantes do choque proposto, e é feita a discussão dos resultados. Por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Examinar o efeito de uma disrupção logística global na produção, no comércio internacional e no bem-estar, identificando setores e regiões mais afetados.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a) Analisar o comércio internacional numa perspectiva teórica e empírica;
- b) Analisar a relação entre transporte e cadeias logísticas globais;
- c) Simular uma disrupção logística global, comparando os resultados encontrados com a literatura.

## **1.2 Justificativa**

De acordo com UNCTAD (2022c), de 1970 a 2021, o volume anual de mercadorias transportado globalmente subiu de 2,6 bilhões de toneladas para 10,9 bilhões de toneladas (Tabela 1). Entre 80% e 90% do volume comercializado é transportado por meio do modal marítimo, o que representa de 60% a 70% do total em valores monetários. A participação do transporte marítimo nos países desenvolvidos é maior tanto pela relevância industrial quanto pela necessidade de infraestrutura portuária. Estes dados mostram o efeito da globalização e a dependência que os países possuem não só uns dos outros, mas também das cadeias logísticas globais, com destaque especial para o transporte marítimo.

Tabela 1 – Comércio internacional marítimo (milhões de toneladas).

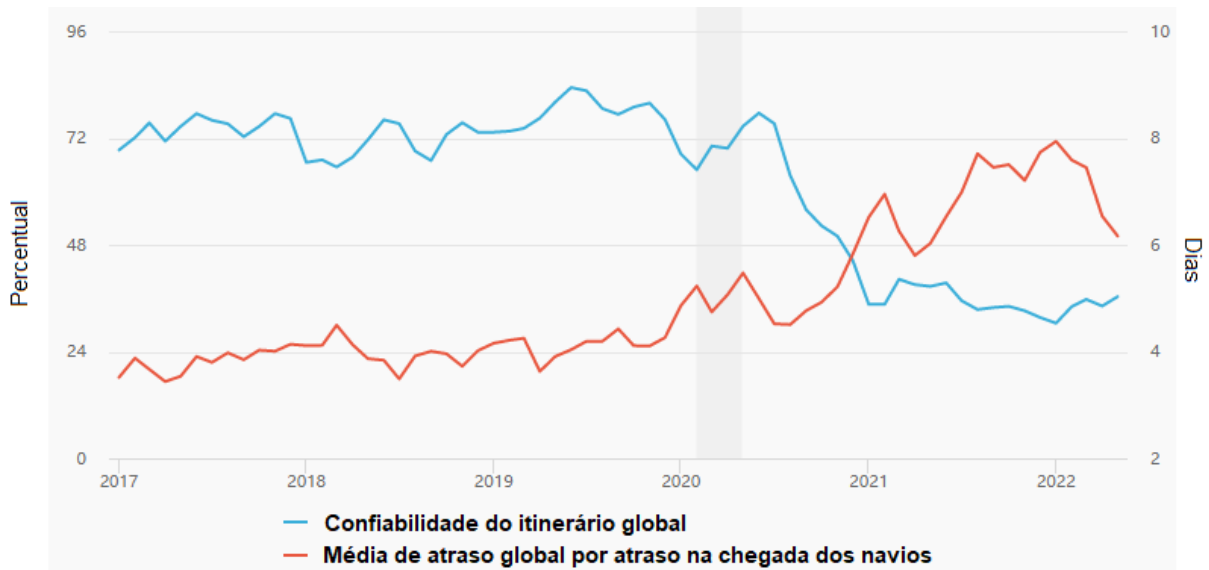
Ano	Petróleo bruto, derivados de petróleo e gás	Carga a granel	Carga seca sem considerar carga a granel	Total
1970	1.440	448	717	2.605
1980	1.871	608	1.225	3.704
1990	1.755	988	1.265	4.008
2000	2.163	1.186	2.653	5.984
2005	2.422	1.579	3.108	7.109
2006	2.698	1.676	3.328	7.702
2007	2.747	1.811	3.478	8.036
2008	2.742	1.911	3.578	8.231
2009	2.641	1.998	3.218	7.857
2010	2.752	2.232	3.423	8.408
2011	2.785	2.364	3.626	8.775
2012	2.840	2.564	3.791	9.195
2013	2.828	2.734	3.951	9.513
2014	2.825	2.964	4.054	9.842
2015	2.932	2.930	4.161	10.023
2016	3.058	3.009	4.228	10.295
2017	3.146	3.151	4.419	10.716
2018	3.201	3.215	4.603	11.019
2019	3.163	3.218	4.690	11.071
2020	2.918	3.196	4.531	10.645
2021	2.952	3.272	4.761	10.985

Fonte: Adaptado de UNCTAD (2022c).

Por conta das restrições impostas pelos países como medida de contenção à pandemia de Covid-19, estima-se que a capacidade global da frota de navios de contêineres tenha sido comprometida de forma equivalente a uma redução de 14%, principalmente, por conta do congestionamento dos portos e da dificuldade de reposicionamento de contêineres vazios, causando um desequilíbrio na logística global (STATISTA, 2022).

Como a maioria dos serviços de transporte marítimo possui uma rotação de portos definida e sem interrupção, a necessidade de retomada de escala e compensação dos constantes atrasos fez com que a omissão de portos aumentasse, a quantidade de escalas fosse 5,1% menor em 2020 quando comparada com 2019 (UNCTAD, 2022b) e houvesse uma redução do comércio mundial de 3,8% (UNCTAD, 2021a). De acordo com a empresa de análise de dados marítimos e de logística *Sea-Intelligence*, de 2020 para 2022, a confiabilidade do transporte marítimo reduziu da faixa de 70% para 30% e o atraso acumulado de chegada de navios nos portos aumentou de 5 para 8 dias (Figura 1) (MURPHY, 2022).

Figura 1 – Atraso acumulado e confiabilidade do transporte marítimo.



Fonte: Adaptado de MURPHY (2022).

Esta disrupção logística global, aliada à retomada da demanda por serviços de transporte, causou um choque na oferta de transporte e os valores de frete começaram a aumentar expressivamente. De acordo com a empresa de consultoria Drewry (2022), a média de frete global, que costumava ficar abaixo de US\$ 2.500 (por contêiner de 40 pés) até 2021 chegou a ultrapassar o valor de US\$ 10.000 em setembro de 2021 (Figura 2).

De maneira similar, houve um aumento no valor do aluguel e da venda de navios, atingindo máximas históricas (ALPHALINER, 2021b). Com uma inflação global praticamente generalizada por conta dos desdobramentos da pandemia, alguns chefes de estado começaram a chamar a atenção dos cidadãos para as consequências dos altos fretes e a possibilidade de manutenção dos mesmos por um período prolongado. O presidente estadunidense Joe Biden chegou a declarar que a inflação teria sido causada também pelo valor alto dos fretes marítimos (ALPHALINER, 2022b; 2022c), questão analisada por meio do estudo de Carrière-Swallow et al. (2022), que sugere que os aumentos nos custos globais de frete têm um efeito sobre a inflação doméstica.

Figura 2 – Índice de frete de contêineres (*Drewry*).

Fonte: Drewry (2022).

E os desafios para o setor de transporte e logística não param por aí. Por conta da falta de caminhoneiros, problema que se tornou recorrente em diversos lugares no mundo, em alguns momentos o porto de *Los Angeles* teve que limitar o recebimento de navios. Os caminhoneiros são peça-chave da cadeia logística, já que são responsáveis por entregar e retirar os contêineres do porto. Além disso, a guerra na Ucrânia exigiu o redirecionamento de cargas e a reestruturação de rotas de exportação e de importação. Assim, houve o aumento do custo de seguro e de frete e do preço dos combustíveis mundialmente (UNCTAD, 2022a; 2022b).

As iniciativas para conservação do meio ambiente também têm aumentado o custo do combustível e o custo operacional, exigindo renovação e construção de navios menos poluentes, e devem continuar tendo um impacto significativo no custo do transporte. Os portos chineses também experienciaram diversos momentos de restrição operacional por conta da pandemia de Covid-19, aumentando ainda mais o acúmulo de carga e o congestionamento de carga e navios. Por fim, houve também desafios já existentes, como greves, interrupções operacionais por intempéries climáticas, infraestrutura insuficiente e outros (UNCTAD, 2021a; 2021b; ALPHALINER, 2021c; 2021d; 2022a).

Um fenômeno relevante que tem sido amplamente discutido nos meios políticos, econômicos e acadêmicos também justifica a análise feita neste estudo, que é a chamada desglobalização. Abdelal (2020) menciona que apesar das grandes guerras, os países voltaram a comercializar cada vez mais e se tornar interdependentes, evoluindo no sentido da globalização. No entanto, o autor cita e analisa os atuais movimentos inversos à globalização, como o Brexit na Inglaterra, o

crescimento de movimentos nacionalistas e identitários na Europa e nos Estados Unidos da América (EUA), com foco na soberania e na proteção da individualidade dos países.

Contractor (2022) diz que a pandemia foi um acelerador de mudanças que já vinham ocorrendo no mundo: a busca por um aumento do protecionismo, do nacionalismo, de alternativas que tornem os países mais autossuficientes e menos dependentes de outras nações (*nearshoring*). O autor cita como exemplo a política de taxação dos produtos chineses feita pelos EUA e declarações de teor similar feitas pelo primeiro-ministro indiano.

Portanto, apesar de todos os avanços das últimas décadas para aumentar a eficiência logística global e reduzir a distância entre os países por meio da globalização, se torna relevante analisar quais e quão relevantes seriam as consequências de uma disrupção logística global na produção global, no comércio internacional e no bem-estar dos países e das regiões.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E EMPÍRICA

Neste capítulo é realizada uma revisão de temas e conceitos que dão base para a fundamentação do estudo proposto, englobando tanto a teoria econômica quanto algumas pesquisas empíricas.

### 2.1 Benefícios do livre comércio

Pode-se dizer, de forma genérica, que o comércio internacional se justifica da mesma forma que o comércio em si:

É máxima de todo chefe de família prudente nunca procurar fazer em casa o que lhe custará mais fazer que comprar. O alfaiate não procura fazer seus próprios sapatos, mas os comprará do sapateiro. O sapateiro não procura fazer suas próprias roupas, mas emprega um alfaiate. O lavrador não tenta fazer nem um nem outro, mas emprega aqueles diferentes artífices. Todos eles acham de seu interesse empregar toda sua indústria de um modo em que tenham alguma vantagem sobre os vizinhos, e comprar com uma parte de seu produto, ou o que é o mesmo, com o preço de parte dele, o que quer que precisem (SMITH, 1985, p.380).

A partir da citação acima pode-se fazer uma analogia aos países que buscam comercializar produtos entre si de forma a obter ganhos. Krugman et al. (2015) mencionam que os países se engajam no comércio internacional por serem diferentes, produzirem de formas diferentes e terem recursos diferentes. Portanto, pode ser que um país consiga produzir um certo bem de forma mais ágil e com melhor qualidade do que outro país. Além disso, por meio da teoria das economias de escala (ou aumento de retorno), Krugman et al. (2015) explicam que é vantajoso para os países se especializarem na produção de uma variedade limitada de mercadorias e serviços.

Kaldor (1970), por sua vez, relaciona o comércio exterior com o crescimento econômico em seu modelo, indicando que o crescimento econômico de uma determinada região é derivado do aumento da demanda pelas suas exportações, que geram um círculo virtuoso de crescimento a partir do aumento produtividade e, conseqüentemente, do comércio.

Ricardo (1982) desenvolve o conceito da vantagem comparativa. Mesmo um país não possuindo vantagem absoluta na produção de bens com relação a outro país, existe a possibilidade de obter ganhos no comércio:

A Inglaterra exportava tecidos em troca de vinho porque, dessa forma, sua indústria se tornava mais produtiva; teria mais tecidos e vinhos do que se os produzisse para si mesma; Portugal importava tecidos e exportava vinho porque a indústria portuguesa poderia ser mais beneficentemente utilizada para ambos os países na produção de vinho. (RICARDO, 1982, p.107)

De acordo com Ohlin (1933), a Austrália possuía maiores volumes de terras agricultáveis que a Grã-Bretanha, porém dispunha de menos trabalho, capital e minas. Logo, estaria mais propensa à produção de bens que exigem grandes quantidades de terra agrícola. A Grã-Bretanha, por sua vez, apresentaria vantagens na produção de bens manufaturados. Assim, o modelo de Heckscher-Ohlin indica que países se especializarão na produção dos bens que utilizam fatores de produção aos quais possuem abundância relativa, exportando esses bens e importando outros bens cujos fatores necessários para a sua produção sejam relativamente escassos em território nacional.

Com base na teoria de vantagens comparativas entre os países, Balassa (1978) cita que a concentração e o direcionamento de recursos por conta da possibilidade de exportação desenvolvem economias de escala e, diante da concorrência internacional, fomenta o avanço tecnológico.

O modelo de Krugman (1991) encontra causalidade entre comércio internacional e crescimento econômico, demonstrando que a concentração regional de indústrias cria economias de aglomeração, proporcionando vantagens de custo em relação a outras localidades e, inclusive, aumentando os salários nestas regiões.

Indicados como precursores da Nova Geografia Econômica (NGE), os estudos de Krugman (1991), de Venables (1996) e de Fujita, Krugman e Venables (2002) incluem importantes elementos nas teorias tradicionais de comércio, como o tamanho das economias, ou a escala dos mercados, as cadeias verticais de produção e os custos de transporte.

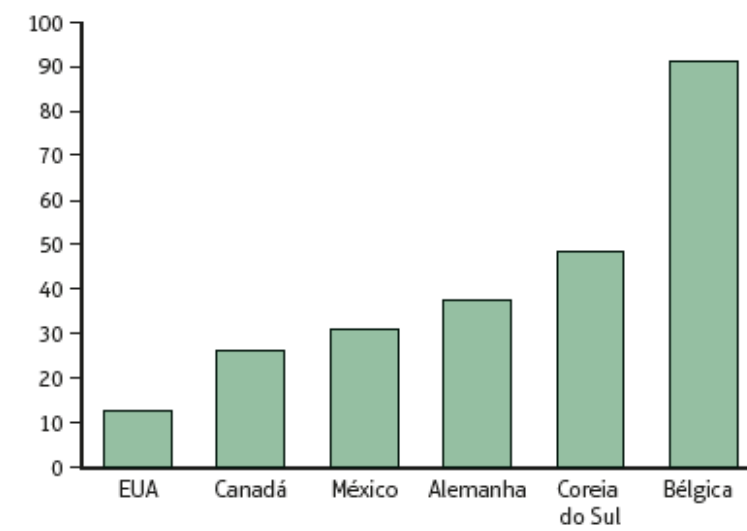
Apesar de contestar as teorias clássicas e a teoria de vantagem comparativa em certos aspectos, Porter (1989) busca entender os motivos pelos quais algumas nações conseguem criar uma vantagem competitiva em determinados setores e conseguem ter sucesso internacionalmente. Conclui que está relacionado à produtividade. O autor reconhece que o comércio internacional tende a aumentar essa produtividade dos países, já que não é mandatório produzir em território nacional todos os bens necessários, podendo se especializar em bens e serviços

nos quais suas empresas são mais produtivas e importando bens produzidos por empresas estrangeiras que tenham boa produtividade (PORTER, 1999).

Krugman et al. (2015) identificam dois principais motivos ditos como responsáveis pelo aumento do comércio global: a redução do custo de transporte puxado pelo aumento tecnológico e as políticas bilaterais ou multilaterais de comércio.

A globalização, com um fluxo de mercadorias, dinheiro e investimentos cada vez mais acentuados, faz com que o estudo da economia internacional seja mais importante do que nunca de acordo com Krugman et al. (2015). Os ganhos com o comércio internacional não se limitam apenas ao comércio de bens tangíveis, mas são atingidos também por meio dos investimentos internacionais, da migração e da troca de bens por trabalho. A economia global é uma área turbulenta e desafiadora e o comércio internacional ocupa uma parcela significativa na renda dos países, como mostra a Figura 3 com dados do ano de 2011.

Figura 3 – Média das exportações e importações em porcentagem da renda nacional para o ano de 2011.



Fonte: Krugman et al. (2015).

Appleyard (2014) discorre acerca de diversos casos empíricos, usando o exemplo do crescimento da China para mostrar que o crescimento de um país não ocorre em detrimento de outros países, mas que há benefícios mútuos dentro do comércio internacional. O autor cita que há uma má interpretação neste tema que acaba por fomentar possíveis retaliações comerciais. Uma visão do papel chinês no



crescimento e no desenvolvimento regional foi fornecida por Day (2013), afirmando que embora as exportações de outros países asiáticos para os EUA tenham reduzido à medida que as chinesas aumentaram, as exportações totais destes outros países cresceram por meio do aumento entre si. A China é o maior importador de produtos sul-coreanos, taiwaneses e japoneses. À medida que a China cresceu, ela se tornou um intermediário na cadeia de suprimentos, comprando do leste asiático e produzindo para o mundo. Em vez de prejudicar os países da região, a China, na verdade, causou um impacto positivo nestes países que passaram a produzir e fornecer cada vez mais.

Alguns movimentos contrários à globalização têm ameaçado as iniciativas de livre comércio entre os países e podem ser possíveis dificultadores dentro do cenário de comércio global. Sampson (2017) salienta que a perda de soberania do Reino Unido, ao fazer parte da União Europeia (UE), fez com que a população votasse a favor do Brexit, finalizando o acordo de livre circulação de bens, capital, força de trabalho e serviços. O autor menciona, ainda, que há um consenso na literatura que trata do tema, que afirma que o Brexit será, no longo prazo, economicamente prejudicial ao Reino Unido por conta da criação de barreiras comerciais, de investimento e de imigração.

Carvalho et al. (2019) analisam a guerra comercial entre EUA e China, citando as taxas aplicadas pelos EUA às importações chinesas em 2018 e a subsequente retaliação feita pela China, juntamente com uma denúncia à Organização Mundial de Comércio (OMC). Os autores afirmam que apesar de haver uma perda de bem-estar para ambos os países, mesmo com a retaliação da China, foram atingidos os objetivos de redução do déficit estadunidense, aumento do acesso ao mercado para as empresas dos EUA e uma melhora na balança comercial do país no setor de tecnologia, indicando um provável aumento de proteção da propriedade intelectual.

Witt (2019) afirma que a desglobalização representa o processo de enfraquecimento da interdependência entre as nações e que ela ocorre, principalmente, por fatores políticos e decisões das empresas multinacionais, assim como a globalização. Segundo o autor, a globalização do comércio teve o seu pico entre 2007 e 2010 e o investimento externo teve seu pico entre 2007 e 2011, ou seja, já se estaria num período de desglobalização após 2011. O autor justifica, indicando que houve um declínio nas importações e no investimento externo quando

medidos como percentual do PIB global. Ele discorre, ainda, sobre os possíveis desdobramentos que podem se dar diante de um aumento da rivalidade entre os países, com as empresas alterando a sua logística de acordo com a pressão sofrida do cenário geopolítico.

Apesar de ter diferentes efeitos e variar caso a caso, o protecionismo econômico, em termos gerais, é prejudicial para a economia global e para a economia dos países, que devem buscar promover a liberalização comercial para buscar o desenvolvimento econômico (FU, 2021). O estudo feito por Wacziarg e Welch (2018) mostra que os países que adotaram medidas de liberalização do comércio (redução do protecionismo), no período de 1950 a 1998, tiveram um aumento na taxa anual de crescimento econômico, no investimento externo e no percentual de participação do comércio internacional dentro do seu PIB, enfatizando, ainda, que os resultados encontrados mostram que as medidas tomadas realmente aumentaram o grau de abertura comercial destes países e o volume de comércio internacional.

## **2.2 Transporte e cadeias logísticas globais**

Appleyard (2014) cita o estudo de Hummels, Rapaport e Yi (1998), que mostra que cada vez mais o processo de produção está se verticalizando por conta da especialização e enfatiza o conceito de *offshoring*: as várias etapas para a produção de um carro são feitas em países diferentes. Componentes fabricados na Alemanha são enviados ao Reino Unido para montagem de motores, que por sua vez são exportados aos EUA para a montagem de carros. Esta situação se diferencia da teoria tradicional por considerar a vantagem comparativa não necessariamente associada ao bem final. Esta distribuição por meio de uma rede global de produtores espalhados por diferentes países exige das empresas a capacidade de identificar oportunidades pelo mundo inteiro e a habilidade de formação de uma cadeia logística eficiente e que realmente justifique o *offshoring*, levando em conta não só os custos de transporte, mas também os riscos associados à confiabilidade das operações.

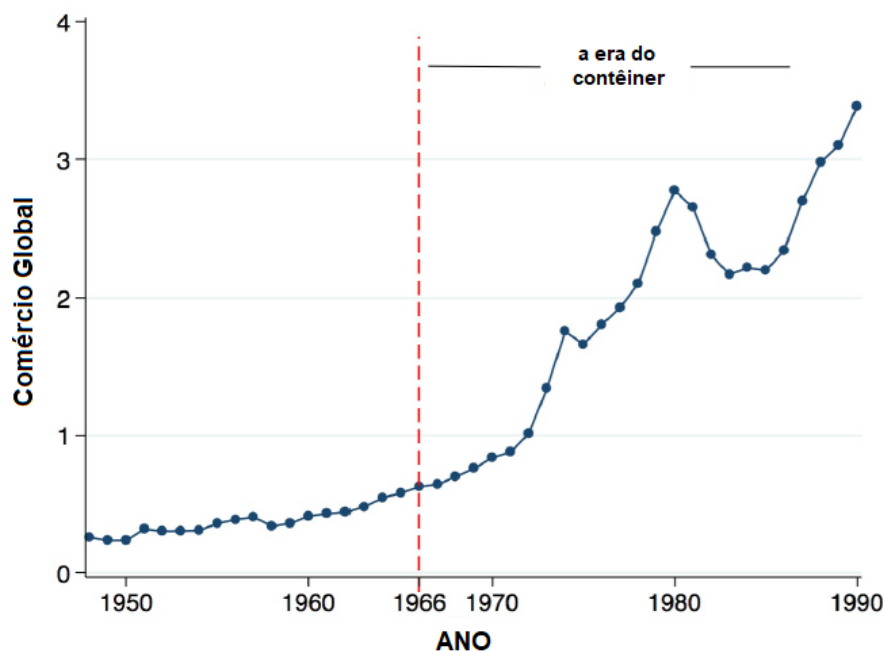
Talvez uma das maiores revoluções em infraestrutura e logística tenha sido a criação do contêiner e a padronização do transporte a partir disso. Krugman (2009, p. 7) afirma que:

A capacidade de enviar coisas por longas distâncias de maneira bastante barata existe desde o navio a vapor e a ferrovia. O grande gargalo era colocar as coisas dentro e fora dos navios. Grande parte dos custos do comércio internacional era retirar a carga do navio, separá-la e lidar com os furtos que sempre aconteciam pelo caminho. Então, a primeira grande coisa que mudou foi a introdução do container. Quando pensamos em tecnologia que mudou o mundo, pensamos em coisas glamorosas como a internet. Mas se você tentar descobrir o que aconteceu com o comércio mundial, há um argumento muito forte a ser feito de que foi o contêiner, que poderia ser retirado de um navio e colocado em um caminhão ou trem e seguir em frente. Antigamente os portos eram lugares com milhares e milhares de estivadores circulando carregando e descarregando navios. Agora os estivadores são como aqueles filmes de ficção científica em que as pessoas desapareceram e foram substituídas por máquinas (tradução nossa).

Bernhofen et al. (2016) criaram um modelo econométrico justamente com o intuito de verificar a validade desta afirmação de Krugman (2009), já que muitos autores não consideram a redução do custo de transporte um divisor de águas no comércio mundial. O resultado encontrado é uma simultaneidade entre a containerização e efeitos economicamente grandes. Com receio de indicar uma causalidade, os autores se limitam a indicar que o evento foi um impulsionador da globalização da economia. O resultado encontrado é muito similar ao pensamento de Hummels (2007), que diz que os ganhos reais da containerização estão na mudança da qualidade dos serviços de transporte. Na medida em que essas melhorias não são evidenciadas nos índices de preços, os índices estão subestimando o valor da mudança tecnológica. Especialistas em transporte sempre disseram que a difusão da intermodalidade era um pré-requisito para a consolidação das cadeias logísticas globais (NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2008).

A criação do contêiner gerou uma padronização e a possibilidade de investimentos com um retorno mais garantido e mensurável, já que antes os governos e as empresas deixavam a maior parte do risco para os armadores (empresas proprietárias dos navios). Um dos maiores benefícios da containerização foi a remoção do gargalo na interface terra-água. Assim, a produtividade dos portos passou de 1,7 para 30 toneladas por hora, os navios dobraram de tamanho, o tempo de trânsito reduziu, a segurança da carga aumentou, o custo de seguro reduziu e a cadeia logística marítima e terrestre se tornou mais enxuta e ágil (Figura 4) (BERNHOFEN et al., 2016).

Figura 4 – O crescimento do comércio mundial (deflacionado): 1948-1990.



Fonte: Adaptado de Bernhofen et al. (2016).

Chada et al. (2013) discorrem sobre a ineficiência causada por alguns fatores do setor de transporte e como isso acaba afetando diretamente os outros setores da economia. No seu estudo, analisam como uma melhora na eficiência do transporte traria ganhos para a economia da Índia e citam diversos fatores que influenciam a eficiência logística, como o acúmulo de taxaço nas diversas etapas da cadeia logística, as cobranças ligadas ao deslocamento, como pedágio e taxas de estacionamento, e a necessidade de financiamento e de manutenção de infraestrutura. De acordo com Tomassian et al. (2010), existe uma interação positiva entre o investimento em infraestrutura e o crescimento econômico. Melhorias na infraestrutura do país refletem em uma maior competitividade e em uma redução de custos de transporte.

De acordo com UNCTAD (2021), o cenário da logística global está focalizado no transporte marítimo e embora a demanda por mercadorias tenha sido maior do que o esperado durante a pandemia, a capacidade de transporte foi limitada por obstáculos e gargalos logísticos. As altas históricas nas taxas de frete foram em grande parte impulsionadas por choques induzidos pela pandemia e oscilações ascendentes inesperadas na demanda por transporte. Há ainda uma grande incerteza do lado da oferta, com preocupações sobre a eficiência dos sistemas de transporte e operações portuárias.

O aumento nos valores de frete em contêineres tende a aumentar significativamente os preços de importação e de bens para o consumidor final. O modelo de simulação da UNCTAD (2021) sugere que os níveis globais de preços de importação aumentaram, em média, 11% como resultado da ampliação significativa das taxas de frete ocorrida no final de 2020 e início de 2021.

O estudo feito por Carrière-Swallow et al. (2022) sugere que o aumento nos custos globais de frete tem um efeito não desprezível, persistente e estatisticamente significativo sobre a inflação doméstica, já que causa uma ampliação nos preços de importação. Os autores indicam também que o impacto de picos de fretes marítimos é semelhante em magnitude, mas mais persistente do que os choques nos preços globais de petróleo e de alimentos. Os efeitos são mais discretos em países onde as importações representam uma parcela menor do consumo interno e naqueles com regimes de metas de inflação e expectativas de inflação mais bem ancoradas. Este trabalho utiliza ainda uma simulação onde as mudanças nos custos de transporte são instrumentadas com um indicador de fechamento do canal de Suez, ou seja, usando uma piora na eficiência através de um gargalo logístico como *proxy* para o aumento de custos de transporte.

O equilíbrio entre demanda e oferta também continuará sendo impactado por requisitos regulatórios que buscam alinhar as operações de transporte marítimo com as metas de descarbonização, exigindo a substituição da frota existente e grandes investimentos nos diversos elos das cadeias de produção e transporte. Além disso, a longo prazo, os preços do transporte marítimo e portuário são impulsionados por fatores estruturais, como infraestrutura portuária, economias de escala, desequilíbrios comerciais, facilitação do comércio e conectividade marítima – todos com impactos duradouros nos custos do transporte marítimo e na competitividade comercial (UNCTAD, 2021).

Baldwin e Tomiura (2020) alertam para a possibilidade de um dano permanente ao sistema de comércio global causado pela pandemia, por conta da reação das políticas dos países e das empresas. A combinação da guerra comercial entre os EUA e a China com a disrupção das cadeias globais causada pela Covid-19 pode levar à repatriação das cadeias logísticas. Baumann (2022) menciona que, nas cadeias de valor, existe um processo gradual de realocização das unidades produtivas por motivos geopolíticos e pela preocupação de evitar problemas no

acesso aos insumos. Como a globalização das cadeias logísticas trouxe aumento de produtividade, o movimento inverso traria o oposto.

### **2.3 Modelos de equilíbrio geral computável**

Possivelmente, o primeiro modelo EGC tenha sido o de Johansen (1960), que gerava uma descrição numérica multisetorial de crescimento da Noruega, utilizando dados de entrada e saída e estimativas de elasticidades preço e renda das famílias (DIXON 1996). Talvez por conta da limitação computacional, o método foi pouco utilizado nos anos seguintes, se tornando mais relevante e aplicável através do algoritmo proposto por Scarf (1967a; 1967b; 1973).

Somente por volta de 1990 que o modelo ficou realmente difundido como uma importante ferramenta de análise econômica, com diversos trabalhos descrevendo em detalhes o método, uma disponibilidade maior de dados, congressos específicos e interesse dos setores públicos e privados nas potencialidades das ferramentas criadas (DIXON, 1996). No entanto, o foco mais usual era a análise de políticas públicas e seus efeitos econômicos.

#### **2.3.1 Análise logística por meio de modelos de EGC**

Os modelos econômicos para análise de transporte utilizados, em geral, tendem a ser empiricamente detalhados, mas restritos em termos de representação de mercado. A maioria não produz resultados relativos a bem-estar e aos impactos totais causados às famílias, aos negócios e à economia como um todo. É esse espaço que os modelos de EGC buscam ocupar (ROBSON et al., 2018).

Bröcker (1998) projetou um modelo de EGC no qual os custos de transporte foram modelados como uma margem do preço dos produtos, técnica conhecida como “suposição do iceberg” (SAMUELSON, 1954). O modelo incluía uma série de suposições simplificadoras para torná-lo mais fácil de implementar. Estas premissas melhoraram a eficiência computacional e permitiram que fosse implementado com dados normalmente disponíveis em países desenvolvidos. Os agentes de transporte em cada região e para cada setor importam mercadorias de outras regiões, que são então agregadas para formar uma mercadoria única disponível para uso local.

Kim et al. (2004) desenvolveram um modelo dinâmico da Coreia do Sul para avaliar o impacto econômico regional de quatro propostas de rodovias. No modelo, a acessibilidade era um fator na função de produção para cada setor em cada região. Sundberg (2005) usou uma formulação estática com custos de transporte de icebergs para modelar os impactos da ponte de Öresund entre a Suécia e a Dinamarca. Dakila e Mizokami (2007) aplicaram choques à indústria de transporte em um modelo de EGC convencional das Filipinas para determinar os melhores modos e localidades para serem feitos investimentos em transporte. Já o modelo RAEM-Light (TAVASSZY et al., 2007; KOIKE et al., 2009) foi desenvolvido para avaliar os impactos espaciais do investimento rodoviário, bem como cenários de desastres, e foi aplicado na Holanda, no Japão e na Hungria (KOIKE et al., 2012).

A maioria dos modelos é baseado na proposta de Johansen (1960), derivada dos modelos de EGC criados pelo Centro de Estudo de Políticas em Melbourne e GTAP (HERTEL, 1997) e seus bancos de dados. Nos modelos de EGC padrão, o transporte é tratado puramente como uma indústria ou mercadoria, com melhorias de infraestrutura expressas como uma mudança técnica para a indústria ou uma mudança no capital (ROBSON et al., 2018).

Siegesmund et al. (2008) avaliaram o investimento em infraestrutura marítima no Texas usando o modelo USAGE-ITC, adaptado do modelo MONASH da Austrália, onde o investimento representou uma mudança técnica para a commodity de margem de transporte aquaviário. No modelo TERM (HORRIDGE, 2012), inicialmente criado para a Austrália e posteriormente adaptado para a China (SINOTERM), Indonésia (INDOTERM) e EUA (USAGE-TERM), a margem de transporte aplicada a um produto é definida tanto pela origem e destino quanto pela região de utilização da margem.

Os conceitos da NGE foram formalizados no contexto de equilíbrio geral por Venables (1996), para avaliar como a aglomeração é influenciada pela integração econômica e o quão importante é uma base industrial para uma região. Venables e Gasiorek (1999) desenvolveram um modelo de EGC para analisar os efeitos do lado da oferta de projetos rodoviários financiados pela Comissão Europeia.

Os modelos de Bröcker (1995) e de Bröcker (1998) formaram a base do CGEurope, usados para avaliar a rede de transporte na Europa (BRÖCKER et al., 2001; 2004). O CGEuropel compreende um grande número de regiões, mas apenas dois setores – um para bens locais em cada região sob competição perfeita e

retornos constantes de escala, e outro para bens comercializáveis sob competição monopolista e retornos crescentes de escala. Os custos de transporte do tipo iceberg foram derivados de um modelo logit de escolha de modo tanto para frete quanto para viagens de negócios. Já o CGEuropell foi projetado para lidar com um número arbitrário de setores, mas ao custo de contemplar menos regiões. Em vez de concorrência perfeita ou monopolística, os setores poderiam ser calibrados com um parâmetro de forma de mercado para permitir uma continuidade entre as duas modalidades (ROBSON et al., 2018).

RAEM é uma composição de modelos de EGC da Holanda desenvolvidos especificamente para avaliação de projetos de transporte. Derivados do RAEM foram desenvolvidos para outros países, incluindo ISEEM para a Bélgica (HEYNDRICKX et al., 2009), TIGER para os países do Benelux (HEYNDRICKX et al., 2011) e RAEM-Europa. A primeira versão do RAEM (KNAAP; OOSTERHAVEN, 2011) foi desenvolvida para avaliar os benefícios de uma ligação ferroviária de alta velocidade entre o oeste e o norte da Holanda. Era necessária uma perspectiva de equilíbrio geral, pois a ligação visava aliviar a pressão no denso oeste, permitindo que empregos e moradores se mudassem para o norte. O transporte foi modelado com uma suposição de iceberg um pouco diferente, onde as distâncias e os tempos de viagem influenciaram a margem de transporte (ROBSON et al., 2018). Os salários foram definidos como iguais em todas as regiões, aproximando-se das condições salariais centralizadas da Holanda. A migração só poderia ser simulada em um modelo separado (ELHORST; OOSTERHAVEN, 2006).

O processo de desenvolvimento do RAEM-1 destacou um sério problema com a suposição de iceberg em modelos espaciais. Uma vez que a suposição do iceberg implica que cada setor produz seu próprio serviço de transporte, usando sua própria função de produção, uma redução nos custos de transporte – de uma nova ligação de transporte, por exemplo – poderia levar a uma redução na produção desse setor, enquanto na realidade deveria ocorrer um aumento (TAVASSZY et al., 2011). Como resultado, o RAEM-2 (THISSEN, 2005) modelou o transporte com sua própria função de produção. O RAEM-2 incorporou a teoria onde as empresas definiriam vagas e os desempregados encontrariam empregos com certa probabilidade. O RAEM-3 (IVANOVA et al., 2007) se assemelhou aos modelos CGE mais convencionais com a introdução do comércio internacional e capital específico do



setor. O modelo foi convertido de estático para recursivamente dinâmico por meio de poupança, acumulação de capital e progresso tecnológico.

Com o intuito de avaliar a distribuição dos impactos gerados pelos projetos da rede de transporte TEN-T, iniciativa da UE para melhorar a conexão entre os países membros, Bröcker et al. (2010) utilizaram um modelo similar ao CGEurope. Porém, estes modelos não conseguiam medir o congestionamento endógeno.

Alguns autores propuseram modelos de EGC para analisar as externalidades do transporte, particularmente congestionamento e poluição (ROBSON et al., 2018). De acordo com Wing et al. (2007), o congestionamento pode ser modelado através da incorporação de um índice que impacte utilidade e produção ou por meio de uma restrição de tempo das famílias em conjunto com uma função que relacione demanda de transporte com capacidade. No entanto, por conta da complexidade deste tipo de modelo, apenas efeitos agregados na economia podem ser avaliados, sem uma desagregação espacial (ROBSON et al., 2018).

Mayeres (2000) utilizou o conceito de restrição de tempo das famílias para simular congestionamento, explicitando o tempo gasto nas atividades e inserindo o congestionamento como um aumento no tempo de deslocamento. As famílias buscam maximizar utilidade dentro de uma restrição de tempo e salário. O resultado encontrado foi que taxar vias de maior trânsito seria a medida mais eficiente para reduzir o congestionamento, enquanto taxar o combustível seria mais eficiente para reduzir a poluição e os acidentes.

Uma análise por meio de EGC é relevante quando se espera que a melhoria do transporte tenha impacto na economia. Um problema existente é a falta de transparência dos modelos de EGC, já que podem ser difíceis de interpretar, e muitos estudiosos podem não querer simplesmente aceitar os resultados obtidos (VICKERMAN, 2007). Este é um problema inerente à modelagem de EGC, pois o processo de solução envolve cálculos significativos. Por conta disso, Koopmans e Oosterhaven (2011) sugerem executar o modelo incluindo e excluindo certos comportamentos para estimar a contribuição de cada um para o resultado final. Uma das maiores contribuições dos modelos de EGC na avaliação pode ser a capacidade de avaliar o bem-estar do ponto de vista familiar.

Haddad et al. (2010) utilizaram um modelo com retornos crescentes de escala e margens de transporte explícitas para um estudo de capacidades portuárias.

Haddad et al. (2015) integraram a uma estrutura de modelagem mais ampla para avaliar a contribuição econômica do sistema metroviário de São Paulo.

### 2.3.2 Análise do transporte utilizando o GTAP

O GTAP completou 30 anos em 2022 e se tornou uma ferramenta relevante não somente para quem utiliza o programa, mas por seu banco de dados. Van Tongeren et al. (2017) definem, em uma retrospectiva dos 25 anos feita em 2017, que o GTAP se tornou uma língua comum e um bem público, uma ferramenta que segue evoluindo e contribuindo para a análise de políticas e fomento do comércio, especialmente em casos que requerem uma análise econômica aplicada que ultrapasse as fronteiras das nações.

Shibasaki et al. (2005), na linha de integração econômica regional, utilizaram o GTAP para sugerir uma maneira de estimar e entender o fluxo de contêineres nos países asiáticos em diferentes cenários de acordos comerciais e com diferentes cenários de avanço tecnológico da infraestrutura. Os autores propõem uma metodologia para transformar o fluxo de *commodities* indicado no GTAP de forma monetária em quantidade de contêineres, considerando a participação do modal marítimo, o percentual do produto que costuma ser embarcado em contêiner e elaborando um índice de frete por tonelada. Além de aplicar choques nas tarifas para simular os acordos comerciais, foram simulados avanços tecnológicos na estrutura portuária e de transporte dos países por meio de choques nas variáveis  $ats_r$  (mudança tecnológica no envio da região  $r$ ) e  $atd_s$  (mudança tecnológica no envio para a região  $s$ ), variando de -50% a +50%. O resultado foi um efeito maior do avanço tecnológico do que aquele resultante de acordos comerciais.

Shibasaki et al. (2008) utilizaram a Matriz Transacional Inter-Regional de Input-Output entre China e Japão e a versão 6 do GTAP para também simular uma redução nos custos de transporte por conta de melhorias na área portuária, assim como a criação de acordos comerciais. As variáveis tecnológicas  $atd_s$  e  $ats_r$  do modelo sofreram choques de 2,5% e 5%, o que aumentaria as exportações e importações das regiões afetadas em detrimento de outras regiões do Japão. Um aumento de 5% na eficiência do transporte marítimo traria um aumento de, aproximadamente, 0,5% nas exportações e importações japonesas.

O trabalho de Barry (2013) busca analisar, utilizando a versão 6 do GTAP, o que aconteceria com a economia estadunidense caso houvesse um aumento de 10% na produtividade das empresas de logística e de transporte tanto nos modais marítimo, aéreo como em outros modais. O choque é aplicado, especificamente, no transporte entre os EUA e seus parceiros comerciais, resultando numa elevação do PIB em 1,04%, um consumo maior de transporte estadunidense e um incremento de US\$ 76,2 bilhões para os EUA e de US\$ 71,3 bilhões para o resto do mundo.

O projeto de infraestrutura *Belt and Road Initiative* (BRI), que tem o objetivo integrar economicamente diversos continentes, foi simulado por Chen e Li (2021) com o objetivo de avaliar o impacto econômico por meio da influência da mudança dos custos de comércio. Utilizando a versão 9 do GTAP, os autores avaliaram os impactos indiretos ocasionados pela melhoria da infraestrutura, aplicando choques que simulam redução de custos de comércio causados pela melhoria na conectividade entre as regiões. O investimento em infraestrutura afetaria as diferentes regiões de forma distinta: crescimento significativo no PIB, emprego e no bem-estar na China e países da Ásia Central e Ocidental; e um crescimento mais tímido para a Europa Central e Ocidental.

Em relação ao Brasil, há alguns estudos que examinam os efeitos de melhorias na infraestrutura de transporte sobre o comércio internacional, com destaque para Costa et al. (2007), Tardelli (2013), Pontes et al. (2017) e Barbosa et al. (2021).

Costa et al. (2007) propuseram uma simulação para representar a redução nos custos de transporte de soja de exportação brasileira por meio de melhorias na infraestrutura do país. Para isso, foi utilizada a versão 6 do GTAP e alterada uma variável que representa tarifas/impostos, buscando reduzir a taxa de exportação de soja brasileira. O resultado seria um aumento na exportação de soja brasileira em detrimento de outros países, assim como um aumento no PIB do Brasil. No quesito bem-estar, haveria um ganho para os países importadores de soja por conta da redução no preço internacional e uma perda para os países exportadores. O Brasil teria uma perda de bem-estar, provavelmente por conta do aumento do preço interno de produtos de soja.

Tardelli (2013) também simulou uma redução de custo no transporte de soja por meio de uma melhora na tecnologia do transporte marítimo do Brasil para os outros países, aplicando uma alteração de 25% na variável  $ats_r$  (mudança

tecnológica no envio da região  $r$ ). Foi utilizada a versão 8 do GTAP para verificar o efeito do choque no Brasil e nos principais concorrentes do mercado de soja. O autor explica ainda que a alteração na variável tecnológica é mais apropriada do que a alteração na variável de tarifas, já que uma melhora na estrutura de transporte afetaria não apenas a soja, mas também outros bens, abrindo a possibilidade de substitutibilidade entre os produtos. O resultado encontrado é que haveria um aumento das exportações de soja brasileira, uma redução no preço internacional da soja, um aumento no preço doméstico no Brasil e um aumento no custo da terra no Brasil.

Pontes et al. (2017) utilizaram o modelo PAEG, que permite analisar as cinco regiões brasileiras e que considera a base de dados da versão 9 do GTAP, para também analisar uma redução nos custos de transporte de soja. A agregação regional foi feita considerando os países com maior participação global no mercado de soja. Os autores mantiveram a representação tecnológica do modelo e alteraram a condição de lucro zero, buscando simular um menor consumo intermediário para atender a demanda final e analisaram também os efeitos do transbordamento sobre os demais setores da economia. O cenário proposto considera uma redução de 25% nos custos de transporte interno brasileiro, que busca representar uma melhoria na infraestrutura dos modais de transporte. O resultado apresentado é o aumento da produção e da exportação de soja brasileira, apesar de não contemplar todas as regiões brasileiras. O PIB e o bem-estar aumentariam em duas regiões (Sul e Sudeste) e reduziriam em três (Norte, Nordeste e Centro-Oeste), já que essas perdem fatores de produção, que se deslocam para regiões que se beneficiam mais com a alteração.

Por fim, Barbosa et al. (2021) desenvolveram um modelo de equilíbrio geral computável (PAEG – TLOG), utilizando a base do GTAP versão 10, para avaliar os efeitos do Programa BR do Mar (incentivo à cabotagem) na matriz de transportes de cargas do país. Os autores utilizaram dados públicos para gerar a matriz de transportes de cargas do Brasil, segregando ainda por modal (rodoviário, ferroviário, hidroviário e cabotagem) e por tipo de carga (granel sólido agrícola, granel líquido, granel sólido não agrícola e carga geral). Uma das simulações propostas buscou avaliar o efeito de uma desoneração fiscal de 18% sobre o transporte de cabotagem e foi feita alterando o parâmetro  $tr\_tax$ , que reflete os impostos e as taxas sobre os modais. A outra simulação buscou avaliar um ganho de eficiência do modal de até

15%, que seria alcançado por meio do aumento da frota, modernização de processos e modernização de terminais. Para simular esta segunda análise, foi alterado o parâmetro *tr\_ef*, que reflete alterações de eficiência nos modais do modelo, impactando diretamente na redução de custos (BARBOSA et al., 2021). Em termos gerais, o estudo mostra que haveria um aumento no transporte de cabotagem no Brasil em substituição do transporte rodoviário e o aumento de eficiência teria um efeito mais relevante do que a desoneração fiscal proposta.

O desenvolvimento dos modelos de EGC trouxeram então uma nova perspectiva e novas possibilidades de análise e avaliação dos efeitos de ações ou acontecimentos regionais ou globais. Permitem avaliar, por exemplo, afirmações acerca do comércio internacional que estejam em linha com as questões explanadas neste capítulo, contidas em Balassa (1978), Ricardo (1982), Smith (1985) e mais recentemente Krugman et al. (2015). Permitem ainda observações detalhadas e quantitativas dos efeitos de mudanças estruturais, tecnológicas, políticas, geográficas, climáticas, tarifárias e diversas outras que já constam nos modelos ou que podem ser inseridas, conforme o interesse da investigação e a disponibilidade de dados.

### 3 METODOLOGIA

Com o objetivo de analisar um cenário de interrupção logística global, é proposta uma simulação que permite uma análise quantitativa do efeito desta nos países, com foco em produção, comércio internacional e de bem-estar. Para isso, utiliza-se o modelo estático de equilíbrio geral computável do GTAP – versão 10.

#### 3.1 Modelo de EGC e GTAP

Um modelo de EGC compreende um conjunto de equações de equilíbrio que representam os mercados que compõem uma economia. Eles são resolvidos, encontrando um conjunto de preços e produtos que resultem em equilíbrio simultaneamente em todos os mercados (ROBSON et al., 2018).

A demanda por qualquer bem depende dos preços de todos os outros bens e da renda. A renda depende de salários, de lucros e de aluguéis, que dependem da tecnologia, da oferta de fatores e da produção, sendo esta última dependente das vendas (ou seja, da demanda). Para tornar esse *insight* útil, os economistas precisam ser capazes de simplificá-lo o suficiente para derivar previsões e conclusões. Os modelos de EGC simplificam a caracterização do comportamento econômico e resolvem todo o sistema numericamente ao invés de algebricamente (HERTEL, 2007).

Além da produção e do consumo puros, os modelos de EGC da abordagem insumo-produto, normalmente, incluem governos representativos financiados por impostos *ad valorem* sobre vendas e produção, bem como investidores representativos e mercados externos (ROBSON et al., 2018). Os modelos permitem prever a mudança em variáveis como preços, produção e bem-estar econômico resultantes de uma mudança nas políticas econômicas, dadas as informações sobre tecnologia (os insumos necessários para produzir uma unidade de produto), políticas e preferências do consumidor. Eles fazem isso, buscando preços nos quais a oferta é igual à demanda em todos os mercados – bens, fatores, câmbio (HERTEL, 2007).

A calibração de um modelo aplicado de equilíbrio geral provém de uma Matriz de Contabilidade Social (MCS). A partir dos dados contidos na MCS são especificadas as equações comportamentais e identidades contábeis de cada agente inserido no modelo, juntamente com seus parâmetros. Logo são aplicados

choques nas variáveis exógenas, obtendo um novo equilíbrio (SANTOS; VIEIRA; REIS, 2007).

Os modelos e suas especificações são implementados em softwares. Os dois pacotes de *softwares* mais populares são GEMPACK e GAMS. No GEMPACK (HARRISON; PEARSON, 1996), os modelos são expressos e resolvidos usando aproximações lineares para agilizar os cálculos. Em GAMS, um modelo é especificado como as restrições de um problema de programação não linear ou como um problema de complementaridade usando a sintaxe padrão ou a sintaxe *Mathematical Programming System for General Equilibrium* (MPSGE) especializada para modelagem de EGC (RUTHERFORD, 1999).

Gurgel e Campos (2006) argumentam que os modelos de equilíbrio geral são capazes de trazer maior realismo se comparados com os de equilíbrio parcial, principalmente na avaliação de políticas e choques que afetam um grande número de mercados ao mesmo tempo. No entanto, possuem algumas limitações por considerar, na maior parte dos modelos, retornos constantes de escala e competição perfeita.

Nesta mesma linha, Fochezatto (2005) menciona que a base teórica dos modelos de equilíbrio geral computável é o modelo walrasiano de uma economia com concorrência perfeita, com dois agentes: os produtores e os consumidores. Esses agentes produzem, consomem e comercializam bens e fatores. Os consumidores demandam bens de forma a maximizar a função utilidade e são consideradas funções de demanda contínuas e homogêneas de grau zero em relação aos preços. Portanto, somente os preços relativos podem ser determinados. Do lado da produção, a tecnologia é descrita por uma função de produção que contém rendimentos constantes de escala, sendo assim, no equilíbrio o lucro das firmas é nulo.

O GTAP é uma rede global de pesquisadores e formuladores de políticas que realizam análises quantitativas de questões de política internacional. O objetivo do GTAP é melhorar a qualidade da análise quantitativa de questões econômicas globais dentro de uma estrutura de toda a economia. Desde a sua criação, em 1993, o GTAP tornou-se rapidamente uma linguagem comum para muitos daqueles que realizam análises econômicas globais. O GTAP oferece uma variedade de produtos, incluindo dados, modelos e recursos para análise multirregional aplicada de equilíbrio geral de questões econômicas globais (GTAP, 2019).

O modelo de EGC do GTAP é composto por três módulos centrais: um banco de dados contendo matrizes insumo-produto, matrizes de impostos, matrizes de contabilidade social e outras matrizes que definem a base empírica do modelo; uma estrutura de ninho formada por funções macroeconômicas tradicionais, que operacionaliza o banco de dados para a simulação, criando canais de ação dos choques; e um fechamento macroeconômico que determina as variáveis endógenas e exógenas, com o objetivo de viabilizar a resolução das equações estruturais do modelo (FERRAZ, 2013; HORRIDGE, 2003).

Coelho et al. (2006) pontuam que o modelo do GTAP possui variáveis reais com fluxos econômicos mensurados em dólares, não incorporando fenômenos monetários. Sendo um modelo estático, o investimento não afeta a produtividade no período futuro. Feijó e Porto Júnior (2009) explicam que os exportadores compram mercadorias a preços de mercado, pagam impostos de exportação e vendem bens para um comerciante global. Estes comerciantes globais compram os bens dos exportadores e vendem para os importadores. Nesta transação, é utilizado um serviço de transporte fornecido pelo setor de transportes global. Os importadores compram mercadorias produzidas ao redor do mundo dos comerciantes globais, pagam tarifas de importação para o governo local e vendem as mercadorias importadas aos vários agentes domésticos a preços de mercado. O fechamento macroeconômico é feito de acordo com a abordagem neoclássica, em que o investimento é determinado pela poupança e a diferença entre os dois é igual ao nível da balança comercial (ARÊDES; PEREIRA, 2009).

Na especificação da função de produção, o modelo utiliza uma estrutura de ninho de três níveis. No topo, a função de produção assume substitutibilidade zero entre os fatores primários de produção e os insumos intermediários (tecnologia de Leontief). Portanto, o *mix* ótimo de fatores primários não depende dos preços dos insumos intermediários, enquanto o *mix* ótimo de insumos intermediários não varia de acordo com o preço dos fatores primários. O segundo nível envolve uma elasticidade de substituição constante tanto entre os insumos quanto entre os fatores de produção.

Portanto, os insumos importados são diferenciados por origem e os insumos domésticos são discriminados em relação aos importados. Isso significa que as firmas, em um primeiro instante, determinam o *mix* ótimo de insumos domésticos e importados, para posteriormente decidir a respeito da origem das importações



(hipótese de Armington). O nível mais abaixo do ninho assume elasticidade de substituição constante entre os insumos importados de diferentes origens (AZEVEDO, 2008).

### 3.2 Transporte e logística no GTAP

O conjunto de dados de comércio de mercadorias do GTAP considera o efeito de margens implicitamente, como diferenças entre os valores da mercadoria no país de origem (exportador) e no país de destino (importador). No modelo, é utilizado um conjunto de dados que define ainda o percentual de utilização dos diferentes modais, mostrando a composição modal das margens para todas as *commodities* entre quaisquer dois países. Este conjunto de dados é extrapolado para o resto do mundo, usando dados para o comércio dos EUA (GEHLHAR; MCDOUGALL, 1997). As margens de transporte são impulsionadas, principalmente, pela mudança tecnológica e pelo preço do combustível (GEHLHAR; MCDOUGALL, 2016).

As informações a seguir são uma adaptação da base do *software* RunGTAP, da versão 10 do GTAP. Observando as equações descritas no modelo do GTAP 10, é possível identificar que uma alteração na tecnologia da infraestrutura dos países ou da tecnologia do transporte acaba afetando o custo do transporte, o que altera o preço da mercadoria no país de destino (importador). Abaixo constam algumas equações e variáveis de interesse:

$$atmfsd_{mirs} = atm_m + atf_i + ats_r + atd_s + atall_{mirs} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

- $atmfsd_{mirs}$ : taxa média específica de fluxo ocasionado por mudança tecnológica no envio de margem  $m$  do bem  $i$ , da região  $r$  para a região  $s$ .
- $atm_m$ : mudança tecnológica no modal  $m$ .
- $atf_i$ : mudança tecnológica no envio do bem  $i$ .
- $ats_r$ : mudança tecnológica no envio da região  $r$ .
- $atd_s$ : mudança tecnológica no envio para a região  $s$ .
- $atall_{mirs}$ : mudança tecnológica no envio de margem  $m$  do bem  $i$ , da região  $r$  para a região  $s$ .

$$pt_m = \sum_r (VTSUPPSHR_{mr} \times pm_{mr}) \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

- $pt_m$ : índice de preço para os serviços de transporte com base na composição das margens de serviço – margens de serviço utilizadas para o envio do bem  $i$  da região  $r$  para a região  $s$ .
- $VTSUPPSHR_{mr}$ : parcela da região  $r$  na oferta mundial da margem  $m$ .
- $pm_{mr}$ : preço considerando margem  $m$  na região  $r$ .

As equações 1 e 2 geram as variáveis necessárias para a equação 3, que representa o custo de transporte.

$$ptrans_{irs} = \sum_r [VTFSD\_MSH_{mirs} \times (pt_m - atmfsd_{mirs})] \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

- $ptrans_{irs}$ : índice de custo médio do transporte do bem  $i$  da região  $r$  para a região  $s$ .
- $VTFSD\_MSH_{mirs}$ : parcela da margem  $m$  no custo de envio do bem  $i$  da região  $r$  para a região  $s$ .

O custo de transporte é então inserido na composição do preço do bem no país de destino.

$$pcif_{irs} = FOBSHR_{irs} \times pfob_{irs} + TRNSHR_{irs} \times ptrans_{irs} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

- $pcif_{irs}$ : preço CIF do bem  $i$  enviado da região  $r$  para a região  $s$ .
- $FOBSHR_{irs}$ : parcela do custo FOB no valor das importações.
- $pfob_{irs}$ : preço FOB do bem  $i$  enviado da região  $r$  para a região  $s$ .
- $TRNSHR_{irs}$ : parcela do custo de transporte no valor das importações.

Esta última equação associa os preços de exportação e importação para cada conjunto de bem/rota. A mudança técnica é incorporada em  $ptrans_{irs}$ , que agora é

um índice de custo, em oposição a  $pt_m$ , que representava um índice de preço com base na composição das margens de serviço.

### 3.3 Agregação regional e setorial

A versão 10 do GTAP representa o cenário macroeconômico mundial do ano de 2014 e possui dados para 141 regiões do mundo e 65 setores da economia. Pinto et al. (2018) mencionam que os setores e regiões são, geralmente, agregados em número reduzido, conforme os objetivos do estudo, de forma a aumentar a eficiência computacional das simulações. Para realizar a proposta deste estudo, foi feita uma agregação, resultando em oito regiões e em dez setores (Quadros 1 e 2). A agregação setorial utilizada foi a agregação padrão do GTAP 10, similar ao que foi feito por Roson (2022), Hossain e Delin (2019), Mitkova e Jánošová (2019), Mold e Mukwaya (2016).

Quadro 1 – Agregação setorial.

Número	Nome do setor	Produtos incluídos
1	GrainsCrops	Grãos e safras
2	MeatLstk	Gado e produtos de carne
3	Extraction	Mineração e extração
4	ProcFood	Comida processada
5	TextWapp	Têxteis e vestuário
6	LightMnfc	Manufatura leve
7	HeavyMnfc	Manufatura pesada
8	Util_Cons	Serviços públicos e construção
9	TransComm	Transporte e comunicação
10	OthServices	Outros Serviços

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de GTAP – Versão 10.

A agregação regional proposta tem como base as principais economias exportadoras e importadoras de cada continente, incluindo ainda o Brasil como representante da América Latina. É importante enfatizar que, sendo uma representação do cenário global do ano de 2014, o Reino Unido faz parte da UE. A Alemanha foi retirada do bloco europeu, pois é o país com o maior volume de comércio daquele bloco.

Quadro 2 – Agregação regional.

Número	Nome da região	Regiões/países incluídos
1	USA	Estados Unidos da América
2	China	China
3	Germ	Alemanha
4	Brazil	Brasil
5	Aust	Austrália
6	SouthAf	África do Sul
7	EU_27	União Europeia (sem a Alemanha)
8	RestWorld	Resto do mundo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de GTAP – Versão 10.

### 3.4 Cenário proposto

Com o intuito de simular um cenário de disrupção logística global, foi aplicado um choque de redução de eficiência de 25%, simultaneamente, em três variáveis distintas que compõem o modelo do GTAP 10:

- $ats_r$ : - 25% em todas as regiões;
- $atd_s$ : - 25% em todas as regiões;
- $atf_i$ : - 25% em todos os setores.

A magnitude dos choques propostos é baseada nas simulações feitas por Tardelli (2013) e Shibasaki et al. (2005). Tardelli (2013) simulou uma redução nos custos de logística interna do Brasil em processos de exportação de soja por meio de um choque de 25% na variável de mudança tecnológica no envio da região  $r$  ( $ats_r$ ). Já Shibasaki et al. (2005) propõem um método para estimar o progresso tecnológico no transporte de contêineres, aplicando choques de 25%, -25%, 50% e -50% nas variáveis de mudança tecnológica no envio da região  $r$  ( $ats_r$ ) e mudança tecnológica no envio para a região  $s$  ( $atd_s$ ).

O choque negativo nas variáveis de tecnologia do transporte tem um efeito direto no custo de transporte, que aumentará, como se pode deduzir por meio da Equação 3.

## **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este capítulo apresenta os resultados encontrados a partir do choque proposto. A partir dos dados extraídos é possível traçar alguns padrões e entender o efeito de uma disrupção global em diferentes indicadores de cada país analisado e de cada setor da agregação proposta.

### **4.1 Impactos sobre a produção**

Nesta seção são analisadas as alterações na produção que cada país teria de cada produto indicado, mostrando que o choque faz com que os recursos disponíveis deixem de ser alocados para certas cadeias de produção e passem a ser alocados em outras.

É possível constatar, por meio das Equações 1 e 2, que o choque aplicado tem efeito direto no custo do transporte. O aumento do custo de transporte causa um aumento na produção de itens que costumavam ser importados pelos países e uma redução na produção de itens de exportação. Ou seja, o aumento dos custos de transporte levaria à substituição do comércio pela produção doméstica. A China, grande exportadora de produtos têxteis e manufaturados, reduziria a produção destes itens (-1,34% e -1,37%, respectivamente) por conta da redução da demanda internacional, a partir do aumento do custo de transporte, como observado na Tabela 2. O oposto ocorre nos EUA, país que costuma importar têxteis e manufaturados, que passaria a produzir mais.

Nota-se uma situação diferente para Brasil e Austrália, mas que segue a mesma lógica. Como são dois grandes exportadores de grãos, carne e matérias primas de extração, passariam a produzir menos estes itens e teriam que aumentar a produção de itens têxteis e manufaturados, antes importados em maior quantidade.

Tabela 2 – Alteração percentual na produção.

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	-1,59	1,45	2,95	-0,46	-0,47	-9,05	-1,35	0,11
MeatLstk	-0,07	-0,04	-1,10	-2,02	-6,97	0,12	-2,15	0,43
Extraction	-0,36	2,01	0,54	-1,43	-1,96	-2,10	-0,38	-0,25
ProcFood	-0,25	-0,03	-0,96	-0,61	0,89	-0,38	-1,13	-0,49
TextWapp	1,59	-1,34	-1,12	1,73	8,00	3,41	-0,03	-1,25
LightMnfc	0,66	-1,37	-1,08	0,72	4,06	1,15	-1,06	-0,08
HeavyMnfc	0,27	-0,04	-1,89	2,07	9,06	2,89	-1,42	-0,71
Util_Cons	0,11	-0,84	-0,28	-0,19	-0,97	-1,31	-0,58	-0,67
TransComm	0,26	0,95	2,22	0,15	0,15	0,71	1,59	1,40
OthServices	-0,21	-0,33	-0,28	-0,25	-0,35	-0,66	-0,21	-0,43
CGDS	0,31	-1,03	0,00	-0,35	-1,70	-2,91	-0,87	-0,81

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Ao examinar essas mudanças em valores absolutos, o Brasil reduziria a produção de carne na ordem de US\$ 2,7 bilhões, enquanto a China, mundialmente famosa por produzir manufatura leve e exportar para o mundo todo, reduziria a produção destes itens na ordem de quase US\$ 42 bilhões, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Alteração na produção (US\$ milhões).

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	-3.047	9.059	743	-623	-121	-754	-2.482	1.726
MeatLstk	-293	-237	-780	-2.756	-3.120	21	-8.110	4.686
Extraction	-1.815	17.946	182	-2.347	-4.284	-762	-939	-8.254
ProcFood	-1.931	-330	-1.965	-1.351	711	-149	-11.685	-11.285
TextWapp	4.679	-14.971	-695	1.194	671	538	-71	-10.873
LightMnfc	16.912	-41.635	-10.544	2.488	4.692	973	-24.208	-2.999
HeavyMnfc	11.123	-3.971	-27.054	13.854	17.589	4.577	-56.502	-68.495
Util_Cons	3.347	-26.560	-1.527	-665	-3.915	-779	-16.550	-41.022
TransComm	15.226	28.684	35.023	1.276	941	1.042	109.238	152.159
OthServices	-27.671	-16.140	-6.977	-3.187	-3.652	-1.535	-21.466	-57.820
CGDS	10.391	-47.109	-16	-1.706	-6.629	-2.025	-25.376	-55.420
TOTAL	26.920	-95.264	-13.610	6.176	2.883	1.146	-58.151	-97.594

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A Tabela 3 mostra, ainda, que os recursos deixariam de ser alocados na produção de mercadorias e passariam a ser alocados no transporte, já que este se tornou mais dispendioso. Grãos e produtos de extração teriam a menor variação, já que são itens essenciais, de difícil substituição entre os fatores de produção<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> A Tabela 24, na seção 4.4, mostrou um índice ESBV de 0,3 para grãos e de 0,2 para produtos de extração, enquanto a maioria dos outros produtos possuem índices acima de 1.

A redução total de produção global seria de 0,13%, como observa-se na Tabela 4. Excluindo o setor de transportes, a redução na produção global seria próxima a 0,4%, quase US\$ 800 bilhões (com base nos dados da Tabela 4).

Tabela 4 - Produção global (US\$ milhões).

<b>Setor</b>	<b>Pré-choque</b>	<b>Variação</b>	<b>Variação (%)</b>
GrainsCrops	657.001	4.501	0,16
MeatLstk	15.577.613	-10.589	-0,38
Extraction	15.614.601	-273	-0,01
ProcFood	30.194.317	-27.984	-0,49
TextWapp	1.052.146	-19.529	-0,72
LightMnfc	2.839.310	-54.320	-0,41
HeavyMnfc	2.778.395	-108.880	-0,37
Util_Cons	5.408.567	-87.670	-0,53
TransComm	5.748.644	343.588	1,16
OthServices	2.718.990	-138.448	-0,29
CGDS	13.183.035	-127.890	-0,66
<b>TOTAL</b>	<b>174.965.890</b>	<b>-227.494</b>	<b>-0,13</b>

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Países que possuem o PIB muito dependente das exportações, especialmente nos setores mais afetados negativamente pelo aumento dos custos de transporte, como a China, a Austrália e a África do Sul, teriam uma variação negativa no PIB, também por não conseguir compensar a redução nas exportações. Já países mais desenvolvidos no ano de 2014 e menos dependentes do resultado das exportações, como EUA e Alemanha, conseguiriam compensar a perda gerada pela redução nas exportações por meio do aumento de investimento e de consumo, variando positivamente, como mostram as Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Alteração percentual no PIB.

<b>Região</b>	<b>1 Cons</b>	<b>2 Inv</b>	<b>3 Gov</b>	<b>4 Exp</b>	<b>5 Imp</b>	<b>Total</b>
1 USA	0,86%	1,63%	0,85%	-2,69%	-1,23%	0,91%
2 China	-0,64%	-0,53%	-0,88%	-3,18%	-4,00%	-0,57%
3 Germ	0,55%	1,31%	0,48%	-0,09%	-0,07%	0,65%
4 Brazil	-0,69%	0,03%	-0,74%	-6,54%	-5,33%	-0,59%
5 Aust	-2,43%	-2,35%	-2,46%	-3,92%	-5,23%	-2,20%
6 SouthAf	-1,55%	-2,11%	-1,76%	-2,69%	-3,94%	-1,30%
7 EU_27	-0,28%	0,00%	-0,38%	-0,80%	-1,02%	-0,15%
8 RestWorld	-0,30%	0,31%	-0,43%	-2,67%	-2,74%	-0,16%
<b>Total</b>	<b>-0,04%</b>	<b>0,27%</b>	<b>-0,22%</b>	<b>-2,12%</b>	<b>-2,12%</b>	<b>0,01%</b>

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Em termos de PIB, os EUA são os grandes beneficiados no cenário simulado, justamente por serem menos dependentes do comércio internacional na composição

do seu Produto Interno e terem uma relação muito forte com os países mais próximos, México e Canadá. Já a Austrália, a África do Sul, o Brasil e a China seriam prejudicados, havendo além da redução de exportações e importações, redução no consumo, investimento e gastos do governo.

Tabela 6 – Alteração no PIB por componentes (US\$ milhões).

<b>Região</b>	<b>1 Cons</b>	<b>2 Inv</b>	<b>3 Gov</b>	<b>4 Exp</b>	<b>5 Imp</b>	<b>Total</b>
1 USA	102.850	55.426	21.802	-53.620	32.081	158.538
2 China	-25.103	-24.411	-12.279	-80.254	83.191	-58.856
3 Germ	11.714	10.223	3.640	-1.516	1.044	25.105
4 Brazil	-10.465	159	-3.508	-17.287	16.883	-14.218
5 Aust	-19.159	-9.151	-6.261	-11.413	14.033	-31.951
6 SouthAf	-3.231	-1.470	-1.230	-3.149	4.541	-4.539
7 EU_27	-24.199	-59	-12.118	-43.397	57.197	-22.575
8 RestWorld	-49.102	21.313	-19.392	-240.934	242.600	-45.516
Total	-16.695	52.030	-29.345	-451.570	451.569	5.990

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

## 4.2 Impactos sobre o comércio internacional

Nesta seção são analisados os efeitos do choque sobre o comércio internacional, tanto relativo à variação da balança comercial dos países, por setores, quanto relativo à variação na importação dos produtos por países. O resultado geral seria uma grande redução no comércio internacional, com uma variação negativa na balança comercial estadunidense (aumento do déficit) e uma leve variação positiva na chinesa, como se pode ver na Tabela 7.

Tabela 7 – Alteração na balança comercial (US\$ milhões).

<b>Setor</b>	<b>USA</b>	<b>China</b>	<b>Germ</b>	<b>Brazil</b>	<b>Aust</b>	<b>SouthAf</b>	<b>EU_27</b>	<b>RestWorld</b>
GrainsCrops	-4.586	2.375	-641	-854	-442	-890	-9.010	-11.795
MeatLstk	83	856	-426	-1.816	-2.712	77	-5.964	3.097
Extraction	-13.263	1.891	-2.719	-6.466	-13.567	-2.351	-9.918	-35.847
ProcFood	-1.800	-1.229	-1.315	-881	724	-36	-10.509	-12.786
TextWapp	1.141	-7.936	-801	536	503	350	-1.580	-12.604
LightMnfc	3.649	-31.353	-6.020	769	3.186	508	-23.267	-18.141
HeavyMnfc	-11.919	-2.270	-19.056	4.610	10.306	3.115	-60.924	-111.049
Util_Cons	-539	320	-687	41	69	65	743	-13
TransComm	17.388	37.977	34.537	2.720	2.574	328	128.832	196.614
OthServices	-11.694	2.306	-3.344	937	1.979	226	5.398	4.192
Total	-21.540	2.937	-472	-404	2.620	1.391	13.801	1.666

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).



O aumento no custo de transporte faz com que o preço CIF (no país de destino ou importador) aumente, reduzindo o ganho que se tinha ao comprar de países com maior especialização na produção de alguns itens. Este efeito está fortemente representado na variação negativa de US\$ 31 bilhões que a balança comercial chinesa teria apenas pela alteração da relação exportação/importação de manufaturados leves, produtos sabidamente exportados em grande quantidade pela China. Isso indica que passaria a ser menos vantajoso o movimento de transferência de fábricas para a China, como aconteceu de forma expressiva nas últimas décadas a partir da abertura econômica chinesa em 1978.

No entanto, mesmo com uma grande redução do superávit chinês por conta da redução nas exportações, a China ainda apresentaria um pequeno aumento geral, influenciado pelo setor de transportes, que sozinho representaria um aumento de quase US\$ 38 bilhões na balança comercial chinesa. Situação similar ocorreria nos outros países e regiões, com destaque para o aumento de quase US\$ 129 bilhões na UE.

Outra alteração bastante relevante é a variação negativa que os EUA, a China e a Alemanha teriam no setor de manufaturados pesados, enquanto Brasil, Austrália e África do Sul teriam uma variação positiva, o que está ligado, principalmente, a uma redução nas importações feitas por estes três últimos países em um cenário de disrupção logística. Eles passariam a produzir mais localmente, substituindo produtos antes importados. Estas mudanças são mais bem visualizadas e compreendidas quando se verifica a variação nas importações, por país e por setor, nas tabelas a seguir.

Tabela 8 – Variação percentual nas importações feitas pelos EUA.

<b>Setor</b>	<b>China</b>	<b>Germ</b>	<b>Brazil</b>	<b>Aust</b>	<b>SouthAf</b>	<b>EU_27</b>	<b>RestWorld</b>
GrainsCrops	-10,4	-2,5	3,7	4,8	-10,8	-16,3	-10,5
MeatLstk	-9,3	-16,9	-2,4	7,7	3,6	-10,5	-3,3
Extraction	-80,5	-120,1	10,2	40,7	25,9	-60,3	-8,6
ProcFood	-9,5	-11,3	-4,2	0,9	-2,6	-9,4	-4,1
TextWapp	-3,7	-20,3	-6,1	7,6	11,3	-9,4	-6,1
LightMnfc	-13,5	-5,0	-3,2	7,8	2,8	-4,4	-0,6
HeavyMnfc	-3,8	-9,0	-8,5	9,3	-0,1	-7,1	-3,0
Util_Cons	2,7	-0,9	4,7	10,3	6,4	1,8	0,9
TransComm	3,3	-0,7	3,4	7,5	4,1	1,3	1,1
OthServices	3,3	-0,9	3,3	7,9	4,5	1,7	1,5

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Os EUA reduziriam as importações de grãos e safras da China (10,4%), da Europa (16,3%) e da África do Sul (10,8%), aumentando o consumo de produto local, além de aumentar a importação do Brasil (3,7%), que já era seu maior fornecedor, e da Austrália (4,8%). É importante não analisar apenas a variação percentual, mas também a magnitude, para perceber, por exemplo, que a grande redução de importação de grãos seria dos outros países (RestWorld) não segregados no cenário proposto, na ordem de US\$ 3 bilhões. Analisando desta forma, percebe-se a relevância que haveria na redução das importações de manufaturas leves chinesas, em 13,5%, representando mais de US\$ 13 bilhões.

Tabela 9 – Variação nas importações feitas pelos EUA (US\$ milhões).

Setor	China	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	-90	-2	73	9	-13	-152	-3.125	-3.302
MeatLstk	-65	-30	-9	208	1	-111	-337	-343
Extraction	-368	-40	385	161	87	-499	-22.610	-22.884
ProcFood	-530	-173	-54	8	-5	-1.699	-2.196	-4.648
TextWapp	-1.746	-144	-9	4	7	-493	-3.992	-6.373
LightMnfc	-13.107	-2.508	-198	166	53	-3.243	-2.017	-20.854
HeavyMnfc	-10.698	-5.255	-1.108	284	-6	-10.294	-15.350	-42.426
Util_Cons	12	-5	1	4	2	32	74	120
TransComm	302	-58	31	216	29	694	934	2.148
OthServices	301	-163	145	254	41	1.587	1.549	3.714
Total	-25.990	-8.378	-741	1.314	196	-14.178	-47.071	-94.848

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A Tabela 10 destaca a grande redução que a China teria na importação de produtos e serviços dos EUA, da Alemanha e da Europa, principalmente.

Tabela 10 – Variação percentual nas importações feitas pela China.

Setor	USA	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	-13,6	-2,1	-6,7	3,5	-30,7	-8,6	-21,6
MeatLstk	-14,1	-9,6	3,9	-7,0	3,2	-5,7	-25,5
Extraction	-54,4	-80,1	-21,5	-7,5	-2,1	-42,9	-3,8
ProcFood	-13,1	-12,6	-2,5	-1,1	-2,2	-8,1	-9,4
TextWapp	-19,4	-20,6	7,9	10,3	16,2	-13,3	-16,3
LightMnfc	-7,7	-8,4	-11,8	-31,5	-11,8	-7,4	-12,9
HeavyMnfc	-10,3	-11,5	-4,2	12,2	3,4	-9,4	-7,3
Util_Cons	-3,7	-3,5	2,1	7,7	3,8	-0,8	-1,7
TransComm	-4,1	-3,1	1,0	5,1	1,7	-1,2	-1,3
OthServices	-4,1	-3,1	1,0	5,7	2,3	-0,6	-0,8

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

De forma similar aos EUA, que reduziria as importações da China (US\$ 26 bilhões), a China também reduziria as importações feitas dos EUA (US\$ 18 bilhões),

em magnitude maior do que a redução que haveria da UE (US\$ 13 bilhões), como mostra a Tabela 11.

A China seria o país com maior redução na importação, medida em valores monetários, com uma redução nas importações de produtos de extração e mineração acima de US\$ 23 bilhões, sendo, aproximadamente, US\$ 9 bilhões somente do Brasil e da Austrália somados. Brasil e EUA também reduziram a exportação de grãos para a China. Sendo produtos de baixo valor agregado, a redução em quantidade de carga, provavelmente, seria bem relevante.

Tabela 11 – Variação nas importações feitas pela China (US\$ milhões).

Setor	USA	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	-2.576	-1	-1.101	106	-49	-82	-4.755	-8.459
MeatLstk	-401	-62	29	-252	11	-217	-1.128	-2.019
Extraction	-2.147	-161	-4.071	-4.861	-163	-1.461	-10.545	-23.408
ProcFood	-596	-102	-47	-11	-3	-442	-2.297	-3.499
TextWapp	-289	-153	3	6	10	-463	-3.722	-4.609
LightMnfc	-3.532	-3.593	-440	-351	-78	-3.460	-12.134	-23.587
HeavyMnfc	-6.833	-7.236	-93	964	158	-6.369	-52.542	-71.952
Util_Cons	-40	-76	0	4	1	-27	-108	-246
TransComm	-498	-280	12	171	17	-576	-1.198	-2.353
OthServices	-977	-217	15	170	20	-226	-376	-1.590
Total	-17.889	-11.882	-5.692	-4.054	-75	-13.324	-88.806	-141.722

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A Alemanha, como todos os outros países, reduziria suas importações. Mais de 50% dessa redução seria no setor de manufatura pesada, alcançando US\$ 19 bilhões, composto por US\$ 8,7 bilhões da Europa, US\$ 2,6 bilhões da China, US\$ 2 bilhões dos EUA e o restante de outros países.

Tabela 12 – Variação percentual nas importações feitas pela Alemanha.

Setor	USA	China	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	4,8	1,1	11,6	2,4	-23,5	-5,3	-4,9
MeatLstk	-12,4	-1,9	1,1	7,6	-1,1	-1,7	-7,3
Extraction	-38,3	-31,0	-22,6	6,3	-13,0	-14,9	-0,2
ProcFood	-8,4	-8,8	-9,2	2,3	-5,3	-2,9	-5,9
TextWapp	-11,0	-3,3	4,9	15,4	-0,3	2,0	-7,9
LightMnfc	-4,2	-12,5	-6,0	8,1	-0,3	-1,4	-6,9
HeavyMnfc	-6,7	-3,7	-2,2	14,6	0,5	-2,6	-4,2
Util_Cons	-1,5	2,3	4,3	9,9	6,0	1,4	0,5
TransComm	-1,6	3,4	3,5	7,6	4,2	1,3	1,2
OthServices	-2,0	3,1	3,1	7,7	4,3	1,5	1,3

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A própria Europa, sendo a principal origem das importações alemãs, muito por conta dos acordos da UE, seria responsável por 40% da redução de US\$ 34 bilhões das importações alemãs, representando quase US\$ 14 bilhões. Assim como aconteceria com os EUA, a Alemanha reduziria, consideravelmente, as importações de manufatura leve produzida na China, na ordem de 12,5%.

Tabela 13 – Variação nas importações feitas pela Alemanha (US\$ milhões).

Setor	USA	China	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	67	4	188	5	-48	-1.040	-318	-1.140
MeatLstk	-22	-12	5	4	-0	-201	-133	-360
Extraction	-893	-22	-651	62	-56	-2.320	-130	-4.009
ProcFood	-122	-117	-141	3	-12	-1.193	-566	-2.148
TextWapp	-49	-426	1	3	-0	443	-1.652	-1.679
LightMnfc	-855	-2.340	-50	22	-4	-2.849	-2.678	-8.755
HeavyMnfc	-2.083	-2.617	-30	74	12	-8.756	-5.676	-19.075
Util_Cons	-32	33	1	4	2	118	39	165
TransComm	-256	204	34	114	21	859	622	1.598
OthServices	-471	109	40	106	14	1.022	541	1.362
Total	-4.715	-5.184	-603	396	-71	-13.916	-9.950	-34.043

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

O Brasil, no cenário proposto, reduziria as suas importações em US\$ 24,8 bilhões, sendo praticamente metade do valor reduzido originário dos países e regiões destacadas neste estudo para análise. Mais da metade da redução seria representada por manufatura pesada, principalmente dos EUA, mas bastante distribuída entre outras origens. A redução de exportação de manufatura pesadas dos EUA seria maior e mais representativa para o Brasil (11,7% – US\$ 3,3 bilhões) do que a redução de exportação para a Alemanha (6,7% – US\$ 2,1 bilhões).

Tabela 14 – Variação percentual nas importações feitas pelo Brasil.

Setor	USA	China	Germ	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	-25,5	-20,1	-1,7	24,1	13,4	-30,2	-19,5
MeatLstk	-39,7	2,1	-4,3	10,0	6,2	-15,5	-15,0
Extraction	-56,0	-82,1	-92,6	-12,5	-23,0	-56,6	-20,0
ProcFood	-9,5	-6,5	-11,3	12,0	-7,5	-10,1	-14,8
TextWapp	-18,7	-8,8	-18,9	12,7	7,8	-12,4	-14,5
LightMnfc	-9,7	-10,1	-9,6	6,9	-2,7	-8,8	-7,7
HeavyMnfc	-11,7	-4,3	-9,8	8,5	-5,1	-9,2	-10,0
Util_Cons	-3,8	0,1	-3,6	7,6	3,7	-0,9	-1,8
TransComm	-4,2	0,8	-3,2	5,0	1,6	-1,3	-1,4
OthServices	-4,0	1,1	-3,0	5,8	2,4	-0,5	-0,7

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Apesar de aparentar um aumento de parceria entre Brasil e Austrália quando se analisa apenas a variação percentual, a Tabela 15 de variação em magnitude mostra que os valores são muito baixos e pouco relevantes dentro do montante das reduções.

Tabela 15 – Variação nas importações feitas pelo Brasil (US\$ milhões).

<b>Setor</b>	<b>USA</b>	<b>China</b>	<b>Germ</b>	<b>Aust</b>	<b>SouthAf</b>	<b>EU_27</b>	<b>RestWorld</b>	<b>Total</b>
GrainsCrops	-208	-25	-0	0	0	-75	-556	-863
MeatLstk	-24	2	-1	4	0	-11	-80	-111
Extraction	-634	-25	-9	-113	-35	-49	-3.962	-4.827
ProcFood	-35	-30	-17	1	-1	-161	-547	-791
TextWapp	-48	-392	-13	0	1	-39	-396	-886
LightMnfc	-402	-632	-376	4	-2	-739	-1.444	-3.592
HeavyMnfc	-3.345	-1.267	-924	21	-25	-1.864	-5.236	-12.639
Util_Cons	-8	0	-7	0	1	-13	-28	-55
TransComm	-116	11	-55	16	1	-164	-172	-478
OthServices	-397	13	-91	23	2	-84	-105	-639
<b>Total</b>	<b>-5.216</b>	<b>-2.344</b>	<b>-1.494</b>	<b>-44</b>	<b>-58</b>	<b>-3.200</b>	<b>-12.526</b>	<b>-24.881</b>

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A Austrália também teria uma grande redução na importação de manufatura pesada e leve, assim como uma redução relevante em comidas processadas, extração e mineração. Cabe um destaque à redução na importação de grãos da China e dos EUA acima de 20%, enquanto haveria um pequeno aumento da importação de grãos e safras brasileiros (Tabelas 16 e 17).

Tabela 16 – Variação percentual nas importações feitas pela Austrália.

<b>Setor</b>	<b>USA</b>	<b>China</b>	<b>Germ</b>	<b>Brazil</b>	<b>SouthAf</b>	<b>EU_27</b>	<b>RestWorld</b>
GrainsCrops	-28,6	-22,7	-8,0	5,2	1,5	-13,5	-18,4
MeatLstk	-19,2	-8,4	-18,3	-2,2	5,5	-16,7	-14,0
Extraction	-14,6	-93,5	-151,4	-34,1	-34,1	-54,1	-15,6
ProcFood	-12,9	-9,6	-13,5	-10,0	-10,2	-12,3	-12,3
TextWapp	-14,9	-5,5	-18,4	3,2	-1,9	-12,6	-12,0
LightMnfc	-7,0	-16,5	-8,2	-6,0	-1,2	-8,0	-8,1
HeavyMnfc	-8,5	-5,4	-8,7	0,5	-3,6	-6,7	-9,9
Util_Cons	-5,0	-1,2	-4,8	0,7	2,5	-2,1	-3,1
TransComm	-6,3	-1,3	-5,3	-1,2	-0,5	-3,3	-3,5
OthServices	-6,3	-1,3	-5,4	-1,2	-0,0	-2,9	-3,1

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Tabela 17 – Variação nas importações feitas pela Austrália (US\$ milhões).

Setor	USA	China	Germ	Brazil	SouthAf	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	-87	-23	-0	3	0	-14	-191	-313
MeatLstk	-43	-5	-2	-0	0	-56	-61	-167
Extraction	-18	-30	-9	-1	-10	-39	-1.928	-2.034
ProcFood	-140	-88	-46	-7	-10	-306	-826	-1.424
TextWapp	-41	-336	-15	0	-0	-67	-335	-795
LightMnfc	-570	-1.671	-350	-6	-5	-766	-1.989	-5.357
HeavyMnfc	-1.151	-1.711	-497	1	-11	-975	-4.907	-9.252
Util_Cons	-23	-0	-0	0	0	-3	-15	-42
TransComm	-217	-14	-65	-1	-1	-266	-390	-954
OthServices	-342	-11	-53	-3	-0	-198	-249	-856
Total	-2.633	-3.890	-1.039	-15	-37	-2.691	-10.889	-21.193

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A África do Sul teria variações similares ao Brasil e à Austrália, com uma redução relevante na importação de itens manufaturados, que apesar de representarem um percentual aparentemente não tão relevante, alcançam um valor total de redução de quase US\$ 8 bilhões (Tabelas 18 e 19).

Tabela 18 – Variação percentual nas importações feitas pela África do Sul.

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	-10,1	-5,0	-29,3	0,0	5,1	24,3	-20,1
MeatLstk	-36,4	9,4	-6,9	6,1	18,2	24,0	-6,5
Extraction	-68,6	-86,6	-103,6	-40,0	-11,3	66,8	-22,1
ProcFood	-11,1	-11,6	-10,9	-2,5	-20,3	12,4	-11,1
TextWapp	-18,6	-7,2	-20,4	-17,4	0,1	17,2	-17,9
LightMnfc	-8,1	-12,0	-7,9	-5,2	-0,9	12,8	-7,9
HeavyMnfc	-9,6	-5,3	-10,5	-7,1	-2,8	17,7	-8,8
Util_Cons	-4,3	-0,5	-4,1	1,4	7,1	3,2	-1,4
TransComm	-4,6	0,4	-3,6	0,5	4,6	1,2	-1,7
OthServices	-4,7	0,4	-3,8	0,4	5,0	1,6	-1,2

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Tabela 19 – Variação nas importações feitas pela África do Sul (US\$ milhões).

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	-8	-2	-20	0	3	-30	-175	-232
MeatLstk	-7	5	-4	7	8	-16	-119	-126
Extraction	-23	-13	-5	-25	-7	-24	-457	-553
ProcFood	-16	-21	-17	-3	-8	-137	-218	-420
TextWapp	-8	-190	-22	-1	0	-42	-201	-464
LightMnfc	-143	-433	-380	-24	-1	-421	-473	-1.874
HeavyMnfc	-340	-554	-602	-34	-19	-898	-1.500	-3.948
Util_Cons	-2	-0	-1	0	0	-2	-28	-34
TransComm	-26	3	-18	0	5	-45	-47	-129
OthServices	-42	0	-9	0	3	-15	-13	-76
Total	-615	-1.206	-1.077	-80	-16	-1.629	-3.231	-7.855

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Os resultados para a UE são um pouco diferentes, já que incluem também a variação nas importações entre os países da própria região (Tabelas 20 e 21). E é exatamente entre estes países que ocorreria a maior redução, chegando a mais de US\$ 97 bilhões, praticamente a mesma redução que ocorreria somando todas as outras regiões analisadas. As importações da Alemanha, que foi retirada do bloco europeu neste estudo, sofreriam uma redução de mais de US\$ 13 bilhões, com destaque para uma redução de quase 60% nos produtos de extração. Os valores totais de redução nas importações da Alemanha e da China seriam similares, sendo o valor de redução das importações estadunidenses maior, acima de US\$ 18 bilhões.

Tabela 20 – Variação percentual nas importações feitas pela EU.

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld
GrainsCrops	3,0	3,6	3,8	4,1	6,0	-23,8	-11,2	-10,6
MeatLstk	-8,8	5,4	0,9	9,8	18,4	2,9	-15,7	0,5
Extraction	-45,1	-78,4	-59,3	-29,4	6,2	-8,9	-41,0	-1,4
ProcFood	-10,0	-7,4	-2,8	-9,0	4,5	-3,8	-5,5	-8,1
TextWapp	-12,9	-2,8	-1,2	3,9	15,1	9,1	-2,4	-8,1
LightMnfc	-4,8	-11,1	-0,9	-8,3	7,4	0,2	-4,8	-6,3
HeavyMnfc	-5,8	-3,0	-1,5	0,1	17,4	7,0	-4,5	-6,4
Util_Cons	-3,0	0,8	-2,8	2,8	8,4	4,5	-0,1	-1,1
TransComm	-2,8	2,2	-1,8	2,3	6,4	3,0	0,1	-0,0
OthServices	-3,1	2,0	-2,2	2,0	6,6	3,2	0,4	0,2

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

O pequeno percentual de redução nas importações alemãs de manufatura pesada, de 1,5%, representaria uma redução de quase US\$ 6,5 bilhões, valor próximo à redução de US\$ 7,6 (5,8%) dos EUA e de US\$ 5,7 (3%) da China.

Tabela 21 – Variação nas importações feitas pela UE (US\$ milhões).

Setor	USA	China	Germ	Brazil	Aust	SouthAf	EU_27	RestWorld	Total
GrainsCrops	141	45	244	203	53	-329	-5.395	-3.327	-8.364
MeatLstk	-67	96	122	164	123	5	-7.159	29	-6.687
Extraction	-2.096	-402	-1.410	-1.320	214	-239	-12.294	-4.859	-22.405
ProcFood	-553	-277	-1.265	-494	31	-32	-8.666	-3.989	-15.245
TextWapp	-298	-1.228	-291	3	9	11	-1.960	-5.599	-9.353
LightMnfc	-2.271	-7.273	-2.219	-351	65	7	-22.097	-8.762	-42.901
HeavyMnfc	-7.581	-5.670	-6.459	7	579	561	-41.636	-25.808	-86.007
Util_Cons	-201	19	-305	1	8	4	-29	-263	-765
TransComm	-1.276	619	-584	67	302	49	291	-62	-595
OthServices	-4.018	304	-1.129	134	357	54	1.101	341	-2.857
Total	-18.219	-13.768	-13.295	-1.586	1.742	90	-97.845	-52.299	-195.180

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

Tabela 22 – Variação percentual nas importações.

<b>Região</b>	<b>Variação (%)</b>
USA	-3,8
China	-7,1
Germ	-2,4
Brazil	-8,2
Aust	-8,2
SouthAf	-7,1
EU_27	-3,6
RestWorld	-5,8
Total	-4,9

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

O valor total de redução das importações globais diante do choque proposto seria de US\$ 1 trilhão, atingindo quase 5% de redução, o que mostra a grande magnitude do caráter nocivo que um processo de disrupção logística global teria no comércio mundial (Tabela 22).

### 4.3 Impactos sobre o bem-estar

Nesta seção é analisada a variação no bem-estar dos países. Este indicador é formado pela alteração na eficiência alocativa, na tecnologia, nos termos de troca e no investimento-poupança (I-S). O impacto sobre o bem-estar causado pelo componente I-S depende dos preços da poupança e do investimento e se a região é uma fornecedora ou receptora líquida de poupança<sup>2</sup>.

Todas as regiões teriam perda de bem-estar, já que o transporte como um todo se tornaria menos eficiente. Os benefícios gerados por meio do comércio exterior e da especialização seriam reduzidos, chegando ao ponto de inviabilizar alguns fluxos de mercadoria. A grande perda seria em tecnologia, exatamente o item onde foi aplicado o choque, e naturalmente afetando as maiores economias globais.

Haveria também uma grande perda na eficiência alocativa, o que indica que os países precisariam alocar os seus recursos produtivos em atividades em que são menos especializados, produzindo de forma menos eficiente. Ocorreria um movimento inverso ao da especialização, obrigando os países a um movimento na direção da autossuficiência, dependendo menos de produções externas. No entanto,

<sup>2</sup> Regiões que são fornecedoras líquidas de poupança para o banco global se beneficiam com o aumento do preço da poupança relativo ao do investimento, enquanto os recebedores líquidos perdem.



este movimento representa uma perda de eficiência, exatamente inversa ao ganho que se tem com o comércio internacional (Tabela 23).

Tabela 23 – Alteração no bem-estar por componentes (US\$ milhões).

Região	Alloc	Tech	Tot	IS	Total
1 USA	-3.157	-50.483	10.123	3.600	-39.917
2 China	-31.269	-54.284	-1.884	-287	-87.724
3 Germ	-3.341	-23.484	9.006	-1.375	-19.194
4 Brazil	-2.361	-6.987	-3.224	-227	-12.799
5 Aust	-2.085	-6.045	-9.535	231	-17.434
6 SouthAf	-247	-2.936	-1.375	-11	-4.569
7 EU_27	-16.400	-103.891	1.581	-13	-118.724
8 RestWorld	-40.907	-217.085	-4.692	-1.919	-264.601
Total	-99.768	-465.195	0	0	-564.963

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

O país mais prejudicado seria a China com mais de 15% da perda de bem-estar total do mundo e uma queda significativa de eficiência alocativa. As regiões da UE e do resto do mundo teriam perdas maiores por agregarem diversos países. Sabe-se que a China se tornou um local muito escolhido para a instalação de fábricas por conta do baixo custo e muitas migraram para lá. A China se tornou especialista na produção de produtos de diversos setores, principalmente manufaturados. Com o choque proposto, a vantagem de produzir na China reduziria por conta do aumento no custo do transporte e esta deixaria de produzir uma parcela considerável dos manufaturados globais. A mão de obra e a estrutura especializadas na produção de manufaturados passariam a ser utilizadas para produzir outros produtos, de forma menos eficiente do que costumavam produzir os manufaturados, já que não são especializadas neste novo produto. Esta redução na eficiência representa a perda na eficiência alocativa, quando os recursos disponíveis deixam de ser utilizados para as funções nas quais são mais eficientes ou especializados.

#### 4.4 Análise de sensibilidade

Nesta seção é feita uma análise buscando validar a robustez dos resultados encontrados na simulação. O modelo utilizado considera elasticidades-base que definem a propensão à substituição entre os fatores, sendo, portanto, cruciais na definição dos resultados. Por esse motivo, é conveniente que seja feita uma análise de sensibilidade variando estes fatores com o intuito de trazer maior robustez aos

resultados encontrados. Quanto maior o valor da elasticidade de substituição, maior a propensão de troca e maior o efeito dos choques aplicados. As elasticidades podem indicar a propensão à troca de um fator de produção pelo outro, a substituição de um produto importado por um nacional ou ainda a substituição de um produto importador de um local por um produto importado de outro local.

Para efetuar o teste de sensibilidade dos valores das elasticidades de substituição, seguindo o que foi feito por Michels et al. (2020), estabeleceu-se uma variação de 50% para baixo e para cima nesses parâmetros em relação aos seus valores originais por meio da análise do *software* RunGTAP. A análise estimou as médias e desvios padrões para os limites definidos e foi estabelecido um intervalo de confiança de 89%, usando a desigualdade de Chebyshev (OLIVEIRA; AZEVEDO, 2018).

Como explanado anteriormente, o GTAP tem definidas as elasticidades de substituição a partir dos dados reais imputados no programa. Estas elasticidades podem variar no mundo real e, apesar de serem definidas no programa com base em dados reais, podem não representar com tanta precisão a realidade. Como estes coeficientes interferem diretamente nos resultados quantitativos encontrados, é proposta a análise de sensibilidade.

A partir da agregação proposta, o modelo retornou os valores de elasticidade indicados na Tabela 24.

Tabela 24 – Elasticidades de substituição do modelo.

Substituição entre os fatores de produção		Substituição entre a produção nacional e importados		Substituição entre diferentes regiões de importação	
ESBV	ESUBVA	ESBD	ESUBD	ESBM	ESUBM
1 GrainsCrops	0,30	1 GrainsCrops	2,68	1 GrainsCrops	4,94
2 MeatLstk	0,52	2 MeatLstk	3,16	2 MeatLstk	7,42
3 Extraction	0,20	3 Extraction	5,19	3 Extraction	12,78
4 ProcFood	1,12	4 ProcFood	2,12	4 ProcFood	4,37
5 TextWapp	1,26	5 TextWapp	3,73	5 TextWapp	7,44
6 LightMnfc	1,26	6 LightMnfc	3,38	6 LightMnfc	6,76
7 HeavyMnfc	1,26	7 HeavyMnfc	3,45	7 HeavyMnfc	7,37
8 Util_Cons	1,36	8 Util_Cons	2,15	8 Util_Cons	4,64
9 TransComm	1,60	9 TransComm	1,9	9 TransComm	3,8
10 OthServices	1,26	10 OthServices	1,9	10 OthServices	3,8

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

A variável endógena escolhida para análise foi o indicador de bem-estar EV, que mostra a variação no equivalente da renda do consumidor regional, e o intervalo

de confiança foi determinado pela Desigualdade de Chebyshev com 89% de confiança<sup>3</sup>. Buscando um intervalo de confiança de 89%, são calculados os limites inferior e superior por meio do valor encontrado na simulação  $\pm 3$  vezes o desvio padrão.

Os valores encontrados para os limites inferior e superior mostram a robustez do modelo, pois todas as regiões apresentam o mesmo sinal (negativo) entre o limite inferior e superior do intervalo de confiança. Portanto, podemos confirmar que haveria perda de bem-estar para todas as regiões, a partir da aplicação do choque e entre as regiões destacadas na agregação utilizada, a China sofreria as maiores perdas de bem-estar, podendo chegar a até US\$ 107,5 bilhões (Tabela 25).

Tabela 25 – Análise de sensibilidade – bem-estar (US\$ milhões).

<b>Região</b>	<b>Bem-estar</b>	<b>Lim. Inferior</b>	<b>Lim. Superior</b>
1 USA	-39.917	-41.751	-38.083
2 China	-87.724	-107.534	-67.915
3 Germ	-19.194	-25.299	-13.089
4 Brazil	-12.799	-14.714	-10.884
5 Aust	-17.434	-21.265	-13.603
6 SouthAf	-4.569	-5.563	-3.575
7 EU_27	-118.724	-127.179	-110.268
8 RestWorld	-264.601	-281.723	-247.480

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

#### 4.5 Considerações finais

Os resultados deste estudo mostram, portanto, que todas as regiões analisadas teriam uma perda de bem-estar, ou seja, todas acabariam sendo prejudicadas por uma disrupção na logística global. Na Tabela 26 é apresentada uma síntese da variação dos principais indicadores analisados neste estudo.

<sup>3</sup> A desigualdade mostra que, indiferentemente da distribuição na variável Y, para cada número positivo e real k, a probabilidade de que o valor de Y não esteja dentro de k desvios padrões (DP) da média (M) é inferior a  $1/k^2$ . Logo, com 89% de confiança, a média está dentro do intervalo entre  $M \pm 3$  \* DP.

Tabela 26 – Variação dos principais indicadores

<b>Região</b>	<b>PIB (%)</b>	<b>Produção (US\$ mi)</b>	<b>Bem-estar (US\$ mi)</b>	<b>Importações(%)</b>
1 USA	0,91	26.920	-39.917	-3,8
2 China	-0,57	-95.264	-87.724	-7,1
3 Germ	0,65	-13.610	-19.194	-2,4
4 Brazil	-0,59	6.176	-12.799	-8,2
5 Aust	-2,20	2.883	-17.434	-8,2
6 SouthAf	-1,30	1.146	-4.569	-7,1
7 EU_27	-0,15	-58.151	-118.724	-3,6
8 RestWorld	-0,16	-97.594	-264.601	-5,8
TOTAL	0,01	-227.494	-564.963	-4,9

Fonte: GTAP – Versão 10 (Simulação).

É possível verificar que o choque proposto possuiria efeitos muito similares às ações de protecionismo econômico, como mostrado em Wacziarg e Welch (2018): redução na produção, redução no comércio internacional e um prejuízo econômico. A redução bilateral de comércio entre China e EUA na ordem de US\$ 44 bilhões demonstra este movimento, que causa uma perda de eficiência alocativa, efeito inverso aos benefícios do comércio internacional descritos por Krugman et al. (2015). A redução das importações na ordem de US\$ 1 trilhão demonstra o movimento contrário à globalização, a desglobalização citada por Abdelal (2020) e Contractor (2022). Seguindo o que foi indicado por Wacziarg e Welch (2018), o efeito deste movimento seria uma provável redução no crescimento econômico dos países, que deixam de usufruir dos benefícios gerados pelo comércio internacional e pela eficiência alocativa através da especialização.

Krugman et al. (2015) citam que a redução no custo de transporte e as políticas bilaterais ou multilaterais de comércio aumentam o comércio global. Na simulação proposta, a perda de eficiência logística global atuaria como uma barreira ao comércio global, reduzindo o comércio entre os países que substituiriam itens importados por itens de produção doméstica, aumentando ainda a alocação de recursos na atividade de transporte em detrimento da produção de bens. A necessidade de alocação de mais recursos no transporte por conta de uma piora na tecnologia do transporte está em linha com o que ocorreu durante a pandemia, com o aumento histórico nos valores de fretes, e que foi descrito nos relatórios da Alphaliner (2022b; 2022c) e por Carrière-Swallow et al. (2022).

Em termos de PIB, os EUA seriam os grandes beneficiados no cenário simulado, justamente por serem menos dependentes do comércio internacional e

terem uma relação muito forte com os países mais próximos, o que está de acordo com o estudo dos preços de importação e inflação feito por Carrière-Swallow et al. (2022), que sugere que os efeitos negativos de uma interrupção logística são mais brandos em países menos dependentes de importações, já que há um aumento no preço de importação (CIF) das mercadorias. Este menor efeito em países menos dependentes das importações justifica a tendência de redução do *offshoring* e a busca pelo *nearshoring*, trazendo as cadeias logísticas para locais mais próximos a fim de reduzir os riscos, movimento citado por Baumann (2022), mesmo que esta mudança seja economicamente prejudicial.

Os resultados encontrados no estudo estão em linha com o que foi constatado por Shibasaki et al. (2005), Barry (2013), Costa et al. (2007) e Tardelli (2013), que relacionam a eficiência de transporte por meio de alterações na estrutura logística às alterações na produção e nas exportações. Nos estudos citados houve um aumento nas exportações e na produção a partir do aumento da eficiência logística. Nesta pesquisa houve uma redução nas exportações e na produção a partir de uma redução na eficiência logística.

## 5 CONCLUSÃO

Em um cenário de disrupção logística global, todas as regiões seriam prejudicadas e sofreriam perda de bem-estar, sendo mais afetadas as regiões com uma economia mais dependente do comércio internacional. A China seria a grande prejudicada, com redução de 0,57% do PIB e de US\$ 95 bilhões na produção, principalmente, quando comparada com as outras grandes economias analisadas, Alemanha e EUA. Assim como a Austrália, o Brasil e a África do Sul, a China não conseguiria compensar as perdas da redução do comércio internacional por meio do aumento no consumo, no investimento e nos gastos governamentais, sofrendo, ainda, uma grande perda de bem-estar (US\$ 88 bilhões) ocasionada, principalmente, pela redução na eficiência alocativa, representando sozinha uma redução de US\$ 31 bilhões.

A produção global reduziria na ordem de 0,13%, mesmo considerando o aumento do investimento em transporte nesta conta. Se não for considerado o transporte, a redução na produção seria de 0,4%, chegando próximo ao valor de US\$ 800 bilhões. Desconsiderando os países que teriam aumento na produção, a China seria responsável por 36% do valor total de redução, percentual muito similar ao da região que contempla todos os outros países não segregados (RestWorld).

O comércio internacional seria desestimulado pelo aumento do custo de transporte e haveria uma redução nas importações de 4,9% (US\$ 1 trilhão). As regiões com maior redução percentual nas importações seriam o Brasil (-8,2%), a Austrália (-8,2%), a China (-7,1%) e a África do Sul (-7,1%), justamente os países com reduções mais expressivas no PIB.

Este estudo reforçou alguns conceitos importantes já estabelecidos e trazidos no referencial teórico. Um deles é a relação direta entre eficiência no transporte, redução dos custos logísticos e crescimento econômico, sendo o inverso também verdadeiro. Outro ponto importante analisado foi o dilema de escolher o local de produção de mercadorias com base nos custos e nos riscos, já que o local de produção mais barato pode trazer altos riscos e custos em um cenário de disrupção logística.

O estudo mostra os efeitos negativos das restrições impostas ao comércio global, mas também alguns pontos negativos que os países podem enfrentar ao depender do comércio internacional e da produção ou consumo de outros países.

A simulação feita possui limitações, principalmente, relacionadas à composição do modelo do GTAP 10 e das matrizes presentes no modelo, que foram geradas a partir dos dados disponíveis de alguns países e extrapoladas para as demais regiões. Além disso, a análise dos resultados e o entendimento dos efeitos é de difícil interpretação, como a maioria dos modelos de EGC. Por conter muitos dados e uma complexa composição de equações, estes modelos carecem de transparência, como foi destacado por Vickerman (2007).

Uma análise que não foi feita e que seria de grande relevância, similar ao que foi realizado por Barbosa et al. (2021), é a simulação com os modais segregados, permitindo avaliar o efeito em cada um dos tipos de transporte. Outra análise interessante de se propor seria alterar as agregações regionais, criando blocos como os países do Mercosul, ou ainda segregando os países europeus. Estas análises ficam como sugestão para futuros trabalhos.

## REFERÊNCIAS

ABDELAL, R. 2020. Of learning and forgetting: Centrism, populism, and the legitimacy crisis of globalization. In Harvard business school, working paper 21-008, July.

Alphaliner (2021a). Alphaliner Weekly Newsletter, 2021-24. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2021b). Alphaliner Weekly Newsletter, 2021-40. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2021c). Alphaliner Weekly Newsletter, 2021-45. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2021d). Alphaliner Weekly Newsletter, 2021-47. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2022a). Alphaliner Weekly Newsletter, 2022-01. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2022b). Alphaliner Weekly Newsletter, 2022-09. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

Alphaliner (2022c). Alphaliner Weekly Newsletter, 2022-25. [www.alphaliner.com](http://www.alphaliner.com)

AMANKWAH-AMOA, Joseph; KHAN, Zaheer; WOOD, Geoffrey; KNIGHT, Gary; COVID-19 and digitalization: The great acceleration, Journal of Business Research, Volume 136, 2021, Pages 602-611, ISSN 0148-2963.

APPLEYARD, D. International economics/Dennis R. Appleyard, Alfred J. Field, Jr.– 8th ed. p. cm.

ARÊDES, Alan Figueiredo de; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes. Efeitos da rodada Doha sobre o agronegócio e sobre a economia e o bem-estar no Brasil e no Mercosul. Revista de Economia & Relações Internacionais, São Paulo, v. 7, n. 14, p. 37-49, jan.2009.

AZEVEDO, André Filipe Zago de. Mercosul: O Impacto da Liberalização Preferencial e as Perspectivas para a União Aduaneira. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, v.30, n.1, p. 167-196, 2008.

BALASSA, B. Exports and economic growth: further evidence. Journal of Development Economics. v. 5, p. 181-189, 1978.

BALDWIN, Richard E; TOMIURA, Eiichi. (2020). Thinking ahead about the trade impact of COVID-19. In: Economics in the time of COVID-19. - London: Centre for Economic Policy Research, 2020. - P. 59-71.

BARBOSA, M. N.; AZEVEDO, André Filipe Zago de; MASSUQUETTI, Angélica; GURGEL, A. C. Programa BR do Mar e seus efeitos sobre a matriz de transporte e rotas inter-regionais no Brasil. In: ANPEC, 2021, Brasília. 49º Encontro Nacional de Economia, 2021.

BARLETA, Eliana; SÁNCHEZ, Ricardi J., 2020. 2020 Port Report: the impact of the coronavirus disease (COVID-19) pandemic on the shipping trade, trans-shipment



and throughput of container ports in Latin America and the Caribbean. *FAL Bulletin* No. 386.

BARRY, M. P. (2013). US Global Logistics and Transport a Computable General Equilibrium Model.

BAUMANN, R. (2022). Globalização, desglobalização e o Brasil. *Brazilian Journal of Political Economy*, 42(Brazil. J. Polit. Econ., 2022 42(3)). <https://doi.org/10.1590/0101-31572022-3357>

BECKEN, Susanne; HUGHEY, Kenneth F. (2022) Impacts of changes to business travel practices in response to the COVID-19 lockdown in New Zealand, *Journal of Sustainable Tourism*, 30:1, 108-127, DOI: 10.1080/09669582.2021.1894160

BERNHOFEN, Daniel; EL-SAHLI, Zouheir; KNELLER, Richard. (2016). Estimating the Effects of the Container Revolution on World Trade. *Journal of International Economics*. 10.1016/j.jinteco.2015.09.001.

BRÖCKER, J., 1995. Chamberlinian Spatial Computable General Equilibrium Modelling: A Theoretical Framework. *Economic Systems Research* 7, 137–150.

BRÖCKER, J., 1998. Operational spatial computable general equilibrium modeling. *The Annals of Regional Science* 32, 367–387. <https://doi.org/10.1007/s001680050079>

BRÖCKER, J.; KANCS, d'Artis; SCHÜRMAN, C.; WEGENER, M., 2001. Methodology for the Assessment of Spatial Economic Impacts of Transport Projects and Policies, EERI Research Paper Series No 3/2001. Economics and Econometrics Research Institute, Brussels.

BRÖCKER, J.; KORZHENEVYCH, A.; SCHÜRMAN, C., 2010. Assessing Spatial Equity and Efficiency Impacts of Transport Infrastructure Projects. *Transportation Research Part B: Methodological* 44, 795–811. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2009.12.008>

BRÖCKER, J.; MEYER, R.; SCHNEEKLOTH, N.; SCHÜRMAN, C.; SPIEKERMANN, K.; WEGENER, M.; 2004. Modelling the Socio-economic and Spatial Impacts of EU Transport Policy, IASON (Integrated Appraisal of Spatial economic and Network effects of transport investments and policies) Deliverable 6. Christian-Albrechts-Universität Kiel/Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, Kiel/Dortmund.

Carriere-Swallow, Yan and Deb, Pragyan and Furceri, Davide and Jiménez, Daniel and Ostry, Jonathan D., Shipping Costs and Inflation (April 1, 2022). CEPR Discussion Paper No. DP17259, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4121442>.

CARVALHO, M.; AZEVEDO, A.; MASSUQUETTI, A. Emerging Countries and the Effects of the Trade War between US and China. *Economies* 2019, 7, 45.

CHADHA, R.; PAUL, S.; TANDON, A. (2013). Efficient Transport Services – Growth and Environmental Implications Case Study of India (Presented at the 16th Annual

Conference on Global Economic Analysis, Shanghai, China). Purdue University, West Lafayette, IN: Global Trade Analysis Project (GTAP). Retrieved from [https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res\\_display.asp?RecordID=4094](https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=4094)

CHEN, Z.; LI, X. Economic impact of transportation infrastructure investment under the Belt and Road Initiative. *Asia Eur J* 19, 131–159 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10308-021-00617-3>

COELHO, Allexandro Mori; LIMA, Maria Lúcia Labate Mantovanini Pádua; CURY, Samir; GOLDBAUM, Sergio. Impacto da entrada da Venezuela no Mercosul: uma simulação com modelo de equilíbrio geral computável. São Paulo: FGV-EESP, 2006. (Textos para discussão, n. 153).

CONTRACTOR, F.J. The world economy will need even more globalization in the post-pandemic 2021 decade. *J Int Bus Stud* 53, 156–171 (2022). <https://doi.org/10.1057/s41267-020-00394-y>.

COSTA, R. F. et al. Decreasing Brasil'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.

DAKILA, C.G.; MIZOKAMI, S. 2007. Identifying Transport Infrastructure Investment with Maximum Impact: A SAM-Based SCGE Approach. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 7, 376–391. <https://doi.org/10.11175/easts.7.376>

DIXON, Peter; PARMENTER, B.R., (1996), Computable general equilibrium modelling for policy analysis and forecasting, ch. 01, p. 3-85 in Amman, H. M., Kendrick, D. A. and Rust, J. eds., *Handbook of Computational Economics*, vol. 1, Elsevier.

DREWRY (2022). World Container Index – 07 Jul. Drewry Supply Chain Advisors. Available at: <https://www.drewry.co.uk/supply-chain-advisors/supply-chain-expertise/world-container-index-assessed-by-drewry>

ELHORST, J.P.; OOSTERHAVEN, J., 2006. Forecasting the impact of transport improvements on commuting and residential choice. *Journal of Geographical Systems* 8, 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10109-005-0015-4>

FEIJÓ, Flávio Tosi; PORTO JÚNIOR, Sabino. O Protocolo de Quioto e o Bem-Estar Econômico no Brasil - uma Análise Utilizando Equilíbrio Geral Computável. *Revista Análise Econômica*, Porto Alegre, ano 27, n. 51, p. 127-154, março de 2009

FERRAZ, Lucas P. do C. Acordos Bilaterais de Comércio Entre as Economias do BRICS: Uma Abordagem de Equilíbrio Geral. IPEA, Brasília, 2013.

FOCHEZATTO, Adelar. Modelos de Equilíbrio Geral Aplicados na Análise de Políticas Fiscais: Uma Revisão da Literatura. *Análise*, Porto Alegre, v.16, n.1, p.113-136, jan./jul. 2005.

FU, Jingyao. (2021). International Trade Liberalization and Protectionism: A Review. 10.2991/assehr.k.211209.403.

FUJITA, M. KRUGMAN, P. VENABLES, A. J. Economia espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo. Editora Futura: São Paulo, 2002.

GALINDO-RUEDA, F.; F. VERGER (2016), "OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2016/04, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>.

GEHLHAR, Mark; MCDOUGALL, Robert. 1997. "Chapter 15.D: Transport Margins and Modes." In GTAP 5 Data Base Documentation, 15-B-1–11. GTAP Center.

GEHLHAR, Mark; MCDOUGALL, Robert. 2016. "Chapter 9.C: Transport Margins and Modes." In GTAP 9 Data Base Documentation, 15-B-1–11. GTAP Center.

GTAP 2019 – About GTAP: Global Trade Analysis Project – Última modificação em: 03/08/2019 <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/about/project.asp> - Acessado em 17/07/2022.

GURGEL, Angelo Costa; CAMPOS, Antônio Carvalho. Avaliação de políticas comerciais em modelos de equilíbrio geral com pressuposições alternativas quanto aos retornos de escala. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 323-354, junho 2006.

HADDAD, E.A.; HEWINGS, G.J.; PEROBELLI, F.S.; SANTOS, R.C., 2010. Regional Effects of Port Infrastructure: A Spatial CGE Application to Brazil. International Regional Science Review. <https://doi.org/10.1177/0160017610368690>

HADDAD, E.A.; HEWINGS, G.J.D.; PORSE, A.A.; VAN LEEUWEN, E.S.; VIEIRA, R.S., 2015. The underground economy: Tracking the higher-order economic impacts of the São Paulo Subway System. Transportation Research Part A: Policy and Practice 73, 18–30.

HARRISON, W.J.; PEARSON, K.R. 1996. Computing solutions for large general equilibrium models using GEMPACK. Computational Economics 9, 83–127.

HERTEL, T. (Ed.), 1997. Global Trade Analysis: Modeling and applications. Cambridge University Press.

HERTEL, T.; KEENEY, R.; IVANIC M.; ALAN WINTERS, L. Distributional effects of WTO agricultural reforms in rich and poor countries. Economic Policy, April 2007, pp. 289-337.

HEYNDRICKX, C.; IVANOVA, O.; STEENBERGEN, A.V.; MAYERES, I.; HAMAIDE, B.; ERALY, T., WITLOX, F., 2009. Development of an integrated spatio-economic-ecological model methodology for the analysis of sustainability policy. Transport & Mobility Leuven.

HEYNDRICKX, C.; KOOPS, O.; IVANOVA, O., 2011. The TIGER Model: Application of detailed passenger and freight transport in a regional CGE setting. Presented at the European Regional Science Association (ERSA) Congress.

HORRIDGE, M. A Simplified General Equilibrium Model. Australia: Centre of Policy Studies and The Impact Project – Monash University, 2003.

HORRIDGE, M., 2012. The TERM Model and Its Database, in: *Economic Modeling of Water, Global Issues in Water Policy*. Springer, Dordrecht, pp. 13–35. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2876-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2876-9_2).

HOSSAIN, S.S., & DELIN, H. (2019). Rice and Wheat Tariff Impact in Bangladesh: CGE Analysis Using Gtap Model. *Journal of Agricultural Science*.

HUMMELS, David, 2007. Transportation costs and international trade in the second era of globalization, *Journal of Economic Perspectives* 21, 3:131-154.

HUMMELS, David; RAPOPORT, Dana; YI, Kei-Mu. 1998. Vertical specialization and the changing nature of world trade, *Economic Policy Review*, 4, issue Jun, p. 79-99, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:fip:fednep:y:1998:i:jun:p:79-99:n:v.4no.2>.

IVANOVA, O.; HEYNDRICKX, C.; SPITAEELS, K.; TAVASSZY, L.; MANSHANDEN, W.; SNELDER, M.; KOOPS, O. 2007. RAEM: version 3.0. Transport & Mobility Leuven.

JOHANSEN, L. (1960) A multisectoral study of economic growth. Amsterdam: North-Holland.

KALDOR, N. The case for regional policies. In: TARGETTI, F. & THIRLWALL, A. *The Essential Kaldor*. New York: Holmes & Meier, pp. 311-326, 1970.

KIM, E.; HEWINGS, G.J.D.; HONG, C. 2004. An Application of an Integrated Transport Network–Multiregional CGE Model: a Framework for the Economic Analysis of Highway Projects. *Economic Systems Research* 16, 235–258. <https://doi.org/10.1080/0953531042000239356>

KNAAP, T.; OOSTERHAVEN, J., 2011. Measuring the welfare effects of infrastructure: A simple spatial equilibrium evaluation of Dutch railway proposals. *Research in Transportation Economics* 31, 19–28. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.004>

KOCH, J.; FROMMEYER, B.; SCHEWE, G. Online Shopping Motives during the COVID-19 Pandemic—Lessons from the Crisis. *Sustainability* 2020, 12, 10247. <https://doi.org/10.3390/su122410247>

KOIKE, A.; TAVASSZY, L.; SATO, K. 2009. Spatial Equity Analysis on Expressway Network Development in Japan: Empirical Approach Using the Spatial Computable General Equilibrium Model RAEM-Light. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 46–55.

KOIKE, A.; TAVASSZY, L.; SATO, K.; MONMA, T. 2012. Spatial Incidence of Economic Benefit of Road-Network Investments: Case Studies under the Usual and Disaster Scenarios. *Journal of Infrastructure Systems* 18, 252–260. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000100](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000100)

KOOPMANS, C.; OOSTERHAVEN, J. 2011. SCGE modelling in cost-benefit analysis: The Dutch experience. *Research in Transportation Economics* 31, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.005>

KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice; MELITZ, Marc J. *Economia internacional*. 10. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2015. Press, 1933.

KRUGMAN, P. *Geography and trade*. Cambridge: MIT Press, 1991.

KRUGMAN, Paul. 2009. Citigroup Foundation Special Lecture, Festschrift paper in Honor of Alan V. Deardorff, University of Michigan IPC working paper 91.

LLOYD'S LIST INTELLIGENCE. 2021. Suez Canal remains blocked despite efforts to refloat grounded Ever Given. - Informa UK Limited. <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1136229/Suez-Canal-remains-blocked-despite-efforts-to-refloat-grounded-Ever-Given>

MAYERES, I., 2000. The Efficiency Effects of Transport Policies in the Presence of Externalities and Distortionary Taxes. *Journal of Transport Economics and Policy* 34, 233–259. <https://doi.org/10.2307/20053841>

MEGIATO, Ezequiel Insaurriaga; MASSUQUETTI, Angélica; AZEVEDO, André Filipe Zago de. Impactos da Integração do Brasil com a União Europeia através de um Modelo de Equilíbrio Geral. In: 42º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 2014, Natal. Anais eletrônicos. Natal: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2014.

MICHELS, K. F. C.; MASSUQUETTI, A.; AZEVEDO, A. F. Z. de; Efeitos Econômicos da Integração do Brasil com os Principais Parceiros Comerciais Membros da União Europeia. In: XXIII Encontro De economia da Região Sul, 2020. Anais eletrônicos.

MITKOVA, Veronika; JÁNOŠOVÁ, Miroslava. "The Tax Burden CGE Analysis for Slovakia and Slovenia" *Naše gospodarstvo/Our economy*, vol.65, no.4, 2019, pp.35-46. 2019. <https://doi.org/10.2478/ngoe-2019-0018>.

MOLD, Andrew; MUKWAYA, Rodgers (2016): Modelling the economic impact of the tripartite free trade area: Its implications for the economic geography of Southern, Eastern and Northern Africa, *Journal of African Trade*, ISSN 2214-8515, Elsevier, Amsterdam, Vol. 3, Iss. 1/2, pp. 57-84.

MURPHY, Alan (2022). Schedule reliability improves again in March 2022. *Sea-Intelligence – Press Release* (April 28th, 2022). Available at: [https://www.sea-intelligence.com/images/press\\_docs/GLP-Apr2022/20220428\\_-\\_Sea-Intelligence\\_GLP\\_Press\\_Release\\_-\\_April\\_2022.pdf](https://www.sea-intelligence.com/images/press_docs/GLP-Apr2022/20220428_-_Sea-Intelligence_GLP_Press_Release_-_April_2022.pdf)

NOTTEBOOM, Theo; RODRIGUE, Jean-Paul. 2008. Containerisation, box logistics and global supply chains: the integration of ports and liner shipping networks. *Maritime Economics & Logistics*

NOTTEBOOM, T.; PALLIS, T.; & RODRIGUE, J. P. (2021). Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID-19 pandemic versus the

2008–2009 financial crisis. *Maritime Economics & Logistics*, volume 23, pages 179–210.

OHLIN, B. 1933. *Interregional and International Trade*. Cambridge: Harvard University.

OLIVEIRA, A.; AZEVEDO, A. Os efeitos da Aliança do Pacífico sobre o comércio e o bem-estar da região e do Mercosul. *Análise Econômica*, v.36, n. 70, p.149-177, 2018.

PHILLIP DAY, "China's Trade Lifts Neighbors," *The Wall Street Journal*, August 18, 2003, p. A9.

PINTO, H. E., TEIXEIRA, S. M., & FERREIRA, M. D. P. (2018). Implicações econômicas da taxa de exportações sobre agronegócio no Centro-Oeste brasileiro. *Interações (Campo Grande)*, 19(3), 529–542.

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.

PORTER, M. E. *A Vantagem Competitiva das Nações*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PORTER, M. E. *Competição = on competition: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

RICARDO, D. *Princípios de Economia Política e Tributação*, São Paulo: Abril Cultural, 1982.

ROBSON, Edward N.; WIJAYARATNA, Kasun P.; DIXIT, Vinayak V. A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 116, 2018, Pages 31-53, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.003>.

ROSON, R. (2022). General Equilibrium Effects of Investments in Education and Changes in the Labor Force Composition. *European Journal of Development Studies*, 2(5), 61–70. <https://doi.org/10.24018/ejdevelop.2022.2.5.156>.

RUTHERFORD, T.F. 1999. Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax. *Computational Economics* 14, 1–46.

SAMPSON, Thomas. 2017. "Brexit: The Economics of International Disintegration." *Journal of Economic Perspectives*, 31 (4): 163-84.

SANTOS, Vladimir Faria dos; VIEIRA, Wilson da Cruz; REIS, Brício dos Santos. Efeitos redistributivos de transferência de renda e redução tributária nos setores agropecuário e agroindustrial. *Revista de Economia e Agronegócio*, Viçosa, v. 5, n.4, p. 455-486, 2007.

SAMUELSON, P.A., 1954. The Transfer Problem and Transport Costs, II: Analysis of Effects of Trade Impediments. *The Economic Journal* 64, 264–289. <https://doi.org/10.2307/2226834>

SCARF, H.E. (1967a) 'The approximation of fixed points of a continuous mapping', *SIAM Journal of Applied Mathematics*, 15(5):328-343.

SCARF, H.E. (1967b) 'On the computation of equilibrium prices', in: W. Fellner, ed., *Ten essays in honor of Irving Fisher*. New York: Wiley.

SCARF, H.E. (1973) *The computation of economic equilibria*. New Haven/London: Yale Univ. Press.

SHETH, Jagdish. Impact of Covid-19 on consumer behavior: Will the old habits return or die? *Journal of Business Research*, Volume 117, 2020, Pages 280-283, ISSN 0148-2963.

SHIBASAKI, R. (2005). An estimation of international maritime container volume among Asian countries by GTAP model and simulation on FTA and transport improvement (Presented at the 8th Annual Conference on Global Economic Analysis, Lübeck, Germany). Purdue University, West Lafayette, IN: Global Trade Analysis Project (GTAP).

SHIBASAKI, Ryuichi; YONEMOTO, Kiyoshi; WATANABE, Tomihiro. On the effects of trade liberalization policies on regional economies based on" Transnational Interregional Input-Output Table between China and Japan. In: 11th Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki, Finland. 2008.

SIEGISMUND, P.; LUSKIN, D.M.; FUJIWARA, L.; TSIGAS, M., 2008. A Computable General Equilibrium Model of the U.S. Economy to Evaluate Maritime Infrastructure Investments. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 32–38.

SMITH, A. *A Riqueza das Nações: Investigação sobre sua Natureza e suas Causas*, 2a edição. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

STATISTA (2022). Dossier: Container shipping worldwide. *Transport & Logistics*. <https://www.statista.com/study/13992/container-shipping-statista-dossier/>

SUE WING, I.; ANDERSON, W.P.; LAKSHMANAN, T.R. 2007. *The Broader Benefits of Transportation Infrastructure (OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers)*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

SUNDBERG, M. 2005. *Spatial Computable General Equilibrium Modeling - Static and Dynamic Approaches*. Royal Institute of Technology.

TARDELLI, Bruno Leonardo Silva. *O Escoamento De Soja De Mato Grosso Para Exportação: Uma Análise De Integração Espacial De Mercados E Dos Impactos Da Redução Dos Custos De Transporte*. 2013.

TAVASSZY, L.A.; KOIKE, A.; VAGA, A. 2007. Dynamic Spatial Equilibrium Models for Social Cost Benefit Analysis of Transport Projects and Policies: Implementations for Japan, the Netherlands and Hungary, in: Proceedings of the 11th World Conference on Transport Research. Presented at the World Conference on Transport Research Society, Lyon, France.

TAVASSZY, L.A.; THISSEN, M.J.P.M.; OOSTERHAVEN, J. 2011. Challenges in the Application of Spatial Computable General Equilibrium Models for Transport Appraisal. *Research in Transportation Economics* 31, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.003>

THISSEN, M. 2005. RAEM: Regional Applied General Equilibrium Model for the Netherlands, in: van Oort, F., Thissen, M., van Wissen, L. (Eds.), *A Survey of Spatial Economic Planning Models in the Netherlands: Theory, Application and Evaluation*. NAI Publishers, Rotterdam, pp. 63–86.

UNCTAD (2018). *50 years of Review of Maritime Transport, 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future*. United Nations Conference on Trade and Development. Transport and Facilitation, Series No. 11. Geneva and New York.

UNCTAD (2021a). *Review of Maritime Transport 2021*. United Nations Publications. Geneva and New York.

UNCTAD (2021b). *UNCTAD Assessment of the Impact of the IMO Short-Term GHG Reduction Measure on States*. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva.

UNCTAD (2022a). *Maritime Trade Disrupted: The War in Ukraine and its Effect on Maritime Trade Logistics*. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva.

UNCTAD (2022b). *Covid-19 and Maritime Transport: Navigating the Crisis and Lessons Learned*. United Nations Conference on Trade and Development. Geneva.

UNCTAD (2022c). *Review of Maritime Transport 2022 – Navigating stormy waters*. United Nations Publications. Geneva and New York.

VAN TONGEREN, Frank; KOOPMAN, Robert; KARINGI, Stephen; REILLY, J.; FRANCOIS, Joseph. (2017). Back to the Future: A 25-year Retrospective on GTAP and the Shaping of a New Agenda. *Journal of Global Economic Analysis*. 2. 1-42. 10.21642/JGEA.020201AF.

VENABLES, A.J. 1996. Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries. *International Economic Review*, Vol. 37, n. 2, p. 341-59.

VENABLES, A.J.; GASIOREK, M. 1999. *The Socio-economic Impact of Projects Financed by the Cohesion Fund: A Modelling Approach*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

VICKERMAN, R. 2007. The boundaries of welfare economics: transport appraisal in the UK, in: Haezendonck, E. (Ed.), *Transport Project Evaluation: Extending the Social Cost-Benefit Approach*. Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, pp. 35–54.



WACZIARG, Romain; WELCH, Karen Horn. "Trade Liberalization and Growth: New Evidence." *The World Bank Economic Review* 22, no. 2 (2008): 187–231. <http://www.jstor.org/stable/40282271>.

WITT, M. A. De-globalization: Theories, predictions, and opportunities for international business research. *Journal of International Business Studies*. 2019;50(7):1053–1077.

## APÊNDICE A – AGREGAÇÃO SETORIAL DETALHADA

Nº GTAP	Setor	Código	Descrição
1	1	pdr	Arroz em casca
2	1	wht	Trigo
3	1	gro	Grãos de cereais não classificados em outra parte
4	1	v_f	Legumes, frutas, nozes
5	1	osd	Sementes oleaginosas
6	1	c_b	Cana-de-açúcar, beterraba açucareira
7	1	pfb	Fibras à base de plantas
8	1	ocr	Culturas não classificadas em outra parte
23	1	pcr	Arroz processado
9	2	ctl	Bovinos, ovinos e caprinos, cavalos
10	2	oap	Produtos animais não classificados em outra parte
11	2	rmk	Leite cru
12	2	wol	Lã, casulos de bicho-da-seda
19	2	cmt	Produtos de carne bovina
20	2	omt	Produtos à base de carne não classificados em outra parte
13	3	frs	Silvicultura
14	3	fsh	pescaria
15	3	coa	Carvão
16	3	oil	Óleo
17	3	gas	Gás
18	3	oxt	Outra extração (anteriormente omn Minerals nec)
21	4	vol	Óleos e gorduras vegetais
22	4	mil	Laticínios
24	4	sgr	Açúcar
25	4	ofd	Produtos alimentares não classificados em outra parte
26	4	b_t	Bebidas e produtos de tabaco
27	5	tex	Têxteis
28	5	wap	Vestindo roupas
29	6	lea	Produtos de couro
30	6	lum	Produtos de madeira
31	6	ppp	Produtos de papel, publicação
39	6	fmp	Produtos de metal
43	6	mvh	Veículos automotores e peças
44	6	otn	Equipamento de transporte não classificado em outra parte
45	6	omf	Fabricações não classificadas em outra parte
32	7	p_c	Petróleo, produtos de carvão
33	7	chm	Produtos químicos
34	7	bph	Produtos farmacêuticos básicos
35	7	rpp	Produtos de borracha e plástico
36	7	nmm	Produtos minerais não classificados em outra parte
37	7	i_s	Metais ferrosos
38	7	nfm	Metais não classificados em outra parte
40	7	ele	Produtos de informática, eletrônicos e ópticos
41	7	eeq	Equipamento elétrico
42	7	ome	Máquinas e equipamentos não classificados em outra parte
46	8	ely	Eletricidade
47	8	gdt	Fabricação de gás, distribuição
48	8	wtr	Água
49	8	cns	Construção
50	9	trd	Comércio

51	9	afs	Atividades de hospedagem, alimentação e serviços
52	9	otp	Transporte não classificado em outra parte
53	9	wtp	Transporte de água
54	9	atp	Transporte aéreo
55	9	whs	Atividades de armazenamento e suporte
56	9	cmn	Comunicação
57	10	ofi	Serviços financeiros não classificados em outra parte
58	10	ins	Seguro (anteriormente isr)
59	10	rsa	Atividades imobiliárias
60	10	obs	Serviços comerciais não classificados em outra parte
61	10	ros	Serviços recreativos e outros
62	10	osg	Administração Pública e Defesa
63	10	edu	Educação
64	10	hht	Saúde humana e atividades de serviço social
65	10	dwe	Habitacões

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de GTAP – Versão 10.