



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Aplicadas



THALITA THAUANA BERNARDO

**UM ESTUDO SOBRE A RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA DO
TRANSPORTE MARÍTIMO E O ÍNDICE DE PERFORMANCE
LOGÍSTICA**

LIMEIRA
2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Aplicadas



THALITA THAUANA BERNARDO

**UM ESTUDO SOBRE A RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA DO
TRANSPORTE MARÍTIMO E O ÍNDICE DE PERFORMANCE
LOGÍSTICA**

*Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Aplicadas da Universidade
Estadual de Campinas como parte dos
requisitos exigidos para obtenção do
título de Mestra em Engenharia de
Produção e de Manufatura na área de
Pesquisa Operacional e Gestão de
Processos.*

Orientador(a): Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA THALITA THAUANA BERNARDO, E ORIENTADA PELO PROF. DR. ANTÔNIO CARLOS PACAGNELLA JÚNIOR.

LIMEIRA
2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

B456e Bernardo, Thalita Thauana, 1990-
Um estudo sobre a relação entre a eficiência do transporte marítimo e o Índice de Performance Logística / Thalita Thauana Bernardo. – Limeira, SP : [s.n.], 2024.

Orientador: Antônio Carlos Pacagnella Júnior.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Eficiência. 2. Logística. 3. Transporte marítimo. 4. Comércio internacional. I. Pacagnella Júnior, Antônio Carlos, 1977-. II. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: A study on the relationship between maritime transport efficiency and the Logistics Performance Index

Palavras-chave em inglês:

Efficiency

Logistics

Shipping

International trade

Área de concentração: Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

Titulação: Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura

Banca examinadora:

Antônio Carlos Pacagnella Júnior [Orientador]

Alessandro Lucas da Silva

Rosley Anholon

Data de defesa: 29-05-2024

Programa de Pós-Graduação: Engenharia de Produção e de Manufatura

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2780-8280>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/5124275162024148>

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor(a): Thalita Thauana Bernardo

Título: Um estudo sobre a relação entre a eficiência do transporte marítimo e o Índice de Performance Logística.

Natureza: Dissertação.

Área de Concentração: Engenharia de Produção e de Manufatura / AB – Pesquisa Operacional e Gestão de Processos.

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp

Data da Defesa: Limeira - SP, 29 de maio de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior (orientador)

Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva (membro interno)

Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Rosley Anholon (membro externo)

Faculdade de Engenharia Mecânica – FEM/Unicamp

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATÓRIA

*“Ao meu querido pai, Waldir Bernardo (in memoriam),
que me ensinou a perseverar e a acreditar
que o melhor sempre está por vir.”*

AGRADECIMENTOS

Querido Deus, ao olhar para trás e refletir sobre todas as bênçãos que permearam minha jornada, percebo o quão presente Você esteve em cada passo do caminho. Seu amor incondicional e graça infinita me sustentaram até aqui. Por isso, quero expressar minha mais profunda gratidão por sua constante presença em minha vida.

À minha mãe Marlene e ao meu pai Waldir (*in memoriam*), que foram os pilares da minha existência desde o primeiro instante, meu coração transborda de gratidão. Vocês me ensinaram o verdadeiro significado do amor, da dedicação e da resiliência. Cada sacrifício feito em prol do meu crescimento não passou despercebido, e sou eternamente grata por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

À minha querida irmã Thaís, companheira de jornada e confidente, agradeço pelo apoio. Suas palavras de incentivo e nossos momentos juntas foram um alicerce fundamental em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior, cuja sabedoria e orientação foram imprescindíveis para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal, expresso minha mais profunda gratidão. Sou grata por ter me escolhido, por ter compreendido meus medos, por ter me dado liberdade para atuar, por ter me ensinado durante nossas conversas e também no estágio docente, por ter me apresentado colegas e pesquisadores instigantes e, principalmente, por ter confiado que após todos os percalços no caminho eu poderia concluir com êxito esta pesquisa.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva e Prof. Dr. Rosley Anholon, que generosamente dedicaram seu tempo e conhecimento para avaliar meu trabalho, expresso minha sincera gratidão. Suas contribuições foram inestimáveis e me ajudaram a amadurecer academicamente.

Aos meus colegas de mestrado, que compartilharam comigo momentos de aprendizado, risadas e desafios mesmo sem a oportunidade de nos encontrarmos

fisicamente, agradeço pelo apoio mútuo ao longo desta jornada. Nossas trocas de experiências enriqueceram minha vida de maneiras inimagináveis.

Aos meus alunos do Colégio Técnico de Limeira, que demonstram afeto, doçura e respeito das formas mais simples e comoventes, agradeço por tornarem minha vida mais alegre e me incentivarem a ser uma pessoa e professora melhor. Vocês são minha motivação diária para não desistir de aprender cada vez mais.

E aos meus amigos e familiares, que estiveram ao meu lado nos altos e baixos, celebrando as conquistas e secando as lágrimas nos momentos difíceis, expresso minha profunda gratidão.

Que a gratidão que expresso hoje seja apenas uma fração do amor e da apreciação que sinto por cada um de vocês. Que nossos laços continuem a se fortalecer e que possamos compartilhar muitos mais momentos de alegria e sucesso juntos.

EPÍGRAFE

*“E, tomando a mão da menina, disse-lhe:
Talita cumi; que, traduzido, é:
Menina, a ti te digo, levanta-te.”*

(Marcos 5:41)

RESUMO

O comércio de bens a nível mundial mobilizou cerca de 24,2 trilhões de dólares americanos no ano de 2022. Essa movimentação a nível mundial é logisticamente possibilitada pela infraestrutura portuária dos países. Como o consumo é um fator de difícil controle, é fundamental que os países repensem suas operações e lancem mão de estratégias que garantam altos níveis de eficiência. O Índice de Performance Logística (LPI) possibilita uma análise do desempenho logístico das economias globais. O objetivo geral deste trabalho é estudar o nível de influência dos indicadores do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente simultaneamente. O estudo foi dividido em duas grandes partes. Na primeira, foi proposto um modelo de dois estágios para o cálculo das eficiências relativas em termos operacionais e econômicos de 98 economias mundiais com o auxílio da análise envoltória de dados. Na segunda, foi utilizada a técnica de regressão logística binária para apontar o nível de influência dos indicadores do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente simultaneamente. Entre os 98 países estudados, 14 ficaram com os dois tipos de eficiência acima da média. Para outros 11, apenas a eficiência operacional ficou acima da média. Em 16 países somente a eficiência econômica ficou acima da média. Por fim, 57 países ficaram com as duas eficiências abaixo da média. A China foi o único país a atingir 100% em ambas eficiências. Alfândega, remessas internacionais, rastreamento, número de serviços e tempo de atracação na importação são os componentes do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente no transporte marítimo de forma simultânea. Essas chances aumentam em 2,955 vezes, 3,044 vezes, 1,829 vez, 1,043 vez e 1,055 vez, respectivamente, para cada mudança unitária nas variáveis estatisticamente significativas, mantendo todas as outras coisas iguais. Este trabalho contribui para que a partir das eficiências relativas obtidas, os países tenham pontos de referência para adequação de seus aspectos operacionais e econômicos e, assim, aumentar o desempenho de seu transporte marítimo. Entre outras limitações, economias relevantes e com intenso transporte marítimo como é o caso dos Estados Unidos da América ficaram de fora do estudo por falta de informação nos bancos de dados acessados. As eficiências calculadas são relativas, o que significa que podem ser alteradas de acordo com o modelo e a amostra adotados. Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam utilizados modelos que contemplem outras variáveis ou que investiguem outros tipos de eficiências relacionados ao transporte marítimo.

Palavras-chave: eficiência; logística; transporte marítimo; comércio internacional.

ABSTRACT

Trade in goods worldwide mobilized around 24.2 trillion US dollars in 2022. This movement worldwide is logistically made possible by the countries' port infrastructure. As consumption is a factor that is difficult to control, it is essential that countries rethink their operations and use strategies that guarantee high levels of efficiency. The Logistics Performance Index (LPI) enables an analysis of the logistics performance of global economies. The general objective of this work is to study the level of influence of LPI indicators that have a statistically significant effect on the chances of a world economy being operationally and economically efficient simultaneously. The study was divided into two large parts. In the first, a two-stage model was proposed to calculate the relative operational and economic efficiencies of 98 world economies with the aid of data envelopment analysis. In the second, the binary logistic regression technique was used to identify the level of influence of the LPI indicators that have a statistically significant effect on the chances of a world economy being operationally and economically efficient simultaneously. Among the 98 countries studied, 14 had both types of efficiency above average. For another 11, only operational efficiency was above average. In 16 countries, only economic efficiency was above average. Finally, 57 countries had both efficiencies below average. China was the only country to achieve 100% in both efficiencies. Customs, international shipments, tracking, number of services and import docking time are the components of the LPI that have a statistically significant effect on the chances of a world economy being operationally and economically efficient in maritime transport simultaneously. These odds increase by 2.955 times, 3.044 times, 1.829 times, 1.043 times, and 1.055 times, respectively, for each unit change in the statistically significant variables, all other things being equal. This work contributes so that, based on the relative efficiencies obtained, countries have reference points for adapting their operational and economic aspects and, thus, increasing the performance of their maritime transport. Among other limitations, relevant economies with intense maritime transport, such as the United States of America, were left out of the study due to lack of information in the databases accessed. The calculated efficiencies are relative, which means they can be changed according to the model and sample adopted. For future work, it is suggested that models be used that consider other variables or that investigate other types of efficiencies related to maritime transport.

Keywords: *efficiency; logistics; shipping; international trade.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Distribuição dos serviços de transporte no comércio entre 2019-2022	19
Figura 2: Mercadorias carregadas em todo o mundo em bilhões de toneladas.....	20
Figura 3: Síntese do desenvolvimento do estudo	22
Figura 4: Atividades logístico-portuárias na exportação e na importação	25
Figura 5: Os seis componentes do LPI.....	40
Figura 6: Classificação metodológica da pesquisa.....	45
Figura 7: Etapas da primeira parte da pesquisa.....	46
Figura 8: Representação do modelo DEA-CCR	49
Figura 9: Representação do modelo DEA-BCC.....	50
Figura 10: Modelo DEA orientado a inputs.....	51
Figura 11: Modelo DEA orientado a outputs	51
Figura 12: Modelo DEA proposto com 2 estágios	53
Figura 13: Modelo DEA de eficiência no transporte marítimo com 5 variáveis	54
Figura 14: Representação cartesiana da eficiência no transporte marítimo.....	58
Figura 15: Etapas da segunda parte da pesquisa	59
Figura 16: Representação cartesiana da eficiência no transporte marítimo.....	66
Figura 17: Mapa da aliança One Belt and One Road.....	96
Figura 18: Corredores econômicos internacionais.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Modelos de gestão portuária	30
Tabela 2: Relação público-privado na gestão portuária	31
Tabela 3: Variáveis utilizadas para avaliar a eficiência portuária	36
Tabela 4: Variáveis utilizadas para avaliar a eficiência de transporte dos países	37
Tabela 5: Indicadores de dados de rastreamento do LPI	41
Tabela 6: Descrição das variáveis do modelo DEA.....	56
Tabela 7: Variáveis independentes do modelo de regressão logística	61
Tabela 8: Estatística descritiva dos dados	64
Tabela 9: Estatísticas descritivas em Q1.....	67
Tabela 10: Eficiências Operacional e Econômica em Q1	68
Tabela 11: Estatísticas descritivas em Q2.....	76
Tabela 12: Eficiências Operacional e Econômica em Q2	76
Tabela 13: Estatísticas descritivas em Q3.....	85
Tabela 14: Eficiências Operacional e Econômica em Q3	86
Tabela 15: Estatísticas descritivas em Q4.....	88
Tabela 16: Eficiências Operacional e Econômica em Q4	89
Tabela 17: Resultados do modelo de regressão logística	99
Tabela 18: Teste de Hosmer-Lemeshow	100
Tabela 19: Tabela de classificação	100

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Países e variáveis do modelo DEA-VRS.....	115
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
APC	<i>Aqaba Port Corporation</i>
APEC	<i>Asia-Pacific Economic Cooperation</i>
ASEAN	<i>Association of Southeast Asian Nations</i>
BCC	Banker, Charnes e Cooper
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CEI	Comunidade dos Estados Independentes
CNT	Confederação Nacional do Transporte
COMESA	<i>Common Market for Eastern and Southern Africa</i>
CPA	<i>Chittagong Port Authority</i>
CRS	<i>Constant Return to Scale</i>
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DESA	<i>Department of Economic and Social Affairs</i>
DIFTZ	<i>Djibouti International Free Trade Zone</i>
DMU	<i>Decision Making Units</i>
EAC	<i>East African Community</i>
EADI	Estações Aduaneiras do Interior
FCA	Faculdade de Ciências Aplicadas
FEM	Faculdade de Engenharia Mecânica
FMI	Fundo Monetário Internacional
HLH	Hamburg – Le Havre
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
km	Quilômetro
LPI	<i>Logistics Performance Index</i>
m	Metro

Mercosul	Mercado Comum do Sul
OBOR	<i>One Belt and One Road</i>
OCT	<i>Overseas Country and Territory</i>
OECS	<i>Organisation of Eastern Caribbean States</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PIB	Produto Interno Bruto
Q1	Quadrante 1
Q2	Quadrante 2
Q3	Quadrante 3
Q4	Quadrante 4
RCEP	<i>Regional Comprehensive Economic Partnership</i>
RPC	República Popular da China
SAARC	<i>South Asian Association for Regional Cooperation</i>
SBM	<i>Slacks-Based Measure</i>
Sig.	Significância
TEU	<i>Twenty-foot Equivalent Unit</i>
TI	Tecnologia da Informação
UN	<i>United Nations</i>
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development</i>
US\$	Dólares Americanos
VIF	<i>Variance Inflation Factor</i>
VRS	<i>Variable Return to Scale</i>
WTO	<i>World Trade Organization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1. TRANSPORTE MARÍTIMO	23
2.2. EFICIÊNCIA	32
2.3. ÍNDICE DE PERFORMANCE LOGÍSTICA (LPI)	38
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	42
3.1. CONCEITOS METODOLÓGICOS	42
3.2. EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO	46
3.2.1. ESCOLHA DO MODELO	47
3.2.2. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS.....	53
3.2.3. COLETA DE DADOS.....	56
3.2.4. CÁLCULO DA EFICIÊNCIA	56
3.2.5. REPRESENTAÇÃO CARTESIANA DA EFICIÊNCIA.....	57
3.2.6. ANÁLISE DOS QUADRANTES DO PLANO CARTESIANO	58
3.3. EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E LPI	59
3.3.1. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS RELEVANTES	60
3.3.2. ANÁLISE DE MULTICOLINEARIDADE	62
3.3.3. AJUSTE DO MODELO	62
3.3.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO	63
3.3.5. RELAÇÃO ENTRE EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E LPI	63
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63
4.1. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO	64
4.1.1. QUADRANTE Q1.....	67
4.1.2. QUADRANTE Q2.....	75
4.1.3. QUADRANTE Q3.....	84
4.1.4. QUADRANTE Q4.....	88
4.2. O CASO DA CHINA.....	92
4.3. A EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E O LPI	98
5. CONCLUSÃO	101
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICES.....	115

1. INTRODUÇÃO

A integração econômica, social e cultural do espaço geográfico global permite a ampliação dos fluxos de recursos humanos, materiais e financeiros entre os países. O comércio de bens a nível mundial mobilizou cerca de 24,2 trilhões de dólares americanos no ano de 2022. Isso significa um aumento anual de 12,4%. Já em termos de volume, o crescimento foi de apenas 2,7% em comparação com 2021. Essa discrepância nos percentuais entre as quantidades de dinheiro e de mercadoria envolvidos nas transações se dá principalmente pela alta inflação nos preços globais das matérias primas (WTO, 2022, p. 12).

Segundo Giovanni *et al.* (2022), a alta nos preços tem relação direta com as mudanças de consumo de serviços para bens ocorridas em decorrência da pandemia de covid19, assim como, a escassez de mão de obra do setor logístico durante o período, os estrangulamentos na cadeia de abastecimento global e a baixa resposta do comércio internacional frente às transformações experienciadas.

Para Ivanov (2020), as rupturas da cadeia de abastecimento causadas por surtos epidêmicos possuem três componentes que as diferenciam de outros casos de risco à rede de suprimentos. São eles: (i) existência de perturbações de longo prazo e sua escala imprevisível, (ii) propagação simultânea de perturbações na cadeia de suprimentos (ou seja, efeito cascata) e propagação de surtos epidêmicos na população (ou seja, propagação de pandemia), e (iii) perturbações simultâneas na oferta, na procura e na infraestrutura logística. Outro ponto a ser destacado nesta situação é que ao contrário de outras circunstâncias de risco, os surtos epidêmicos começam pequenos, mas aumentam rapidamente e dispersam-se por muitas regiões geográficas.

Logo, efetivar o deslocamento de produtos de seu ponto de origem até o seu ponto de consumo, evitando a ruptura da rede, pode ser bastante desafiador para os elos das cadeias de abastecimento global. Um dos fatores a ser considerado na gestão das relações comerciais internacionais é o transporte das cargas.

Essa movimentação a nível mundial é logisticamente possibilitada pela infraestrutura portuária dos países. Uma vez que o transporte marítimo é geralmente mais barato do que os outros modais, ele permite reduzir os custos da cadeia de abastecimento, por isso é utilizado como o principal meio de importações e exportações em muitas economias (George; Tumma, 2020).

Embora outros modais de transporte sejam utilizados, o aquaviário, aquele que ocorre por meio de um corpo de água, merece destaque pelo reduzido índice de poluição em comparação com os demais, e também pelo baixo custo de transporte de grandes volumes a longas distâncias.

Este sistema pode ser dividido em dois tipos de acordo com a característica geográfica da via de navegação: o transporte fluvial, que utiliza rios, lagos, canais, lagoas, baías, angras, enseadas e áreas marítimas abrigadas e o transporte marítimo, que abrange a circulação pelas águas marítimas desabrigadas (CNT, 2012).

O transporte fluvial, também chamado de navegação interior, pode ser realizado em percurso nacional ou internacional. As hidrovias utilizadas neste modelo de deslocamento desempenham relevante papel na integração e desenvolvimento de uma região (CNT, 2013, p. 25).

Os dados da Organização Mundial do Comércio (WTO, do inglês, *World Trade Organization*), como mostrado na Figura 1, apontam uma retração na participação do transporte aéreo de 35,2% em 2019 para 25,8% em 2022. Enquanto isso, o transporte marítimo teve sua contribuição ampliada de 42,1% em 2019 para 48,4% em 2022, com níveis ainda mais elevados durante os anos de 2020 e 2021, que foram os mais afetados pelas restrições pandêmicas (WTO, 2022, p. 11).

Para tornar as relações comerciais internacionais mais transparentes e gerenciáveis, algumas entidades regulam ou padronizam os elementos voltados ao transporte marítimo, a fim de que esta complexa indústria global funcione adequadamente.

A Organização Marítima Internacional (IMO, do inglês, *International Maritime Organization*) foi criada em 1948, como um organismo especializado na estrutura da

Organização das Nações Unidas (ONU). Tem como objetivo fornecer mecanismos para cooperação entre governos em questões relativas à segurança marítima, à eficiência da navegação e à prevenção e controle da poluição marinha (IMO, 2018, p. 09).

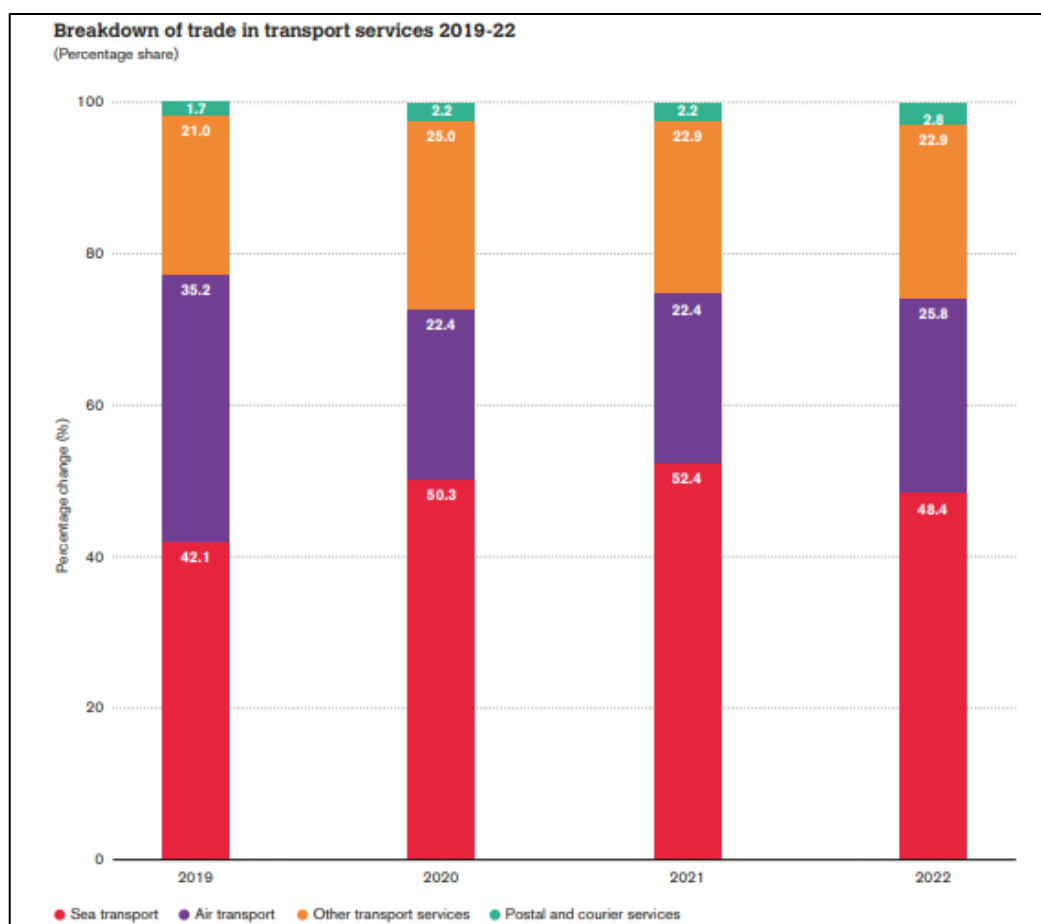


Figura 1: Distribuição dos serviços de transporte no comércio entre 2019-2022 (WTO, 2022).

Outra instituição comprometida em criar um ambiente marinho global mais seguro é a Organização Hidrográfica Internacional (IHO, do inglês, *International Hydrographic Organization*), criada em 1921, coordena em âmbito mundial o estabelecimento de padrões para a produção de dados hidrográficos e a prestação de serviços hidrográficos (IHO, 2020, p. 08).

Outros órgãos participam deste cenário nacionalmente, regionalmente e globalmente. Essas regulamentações e padronizações garantem o desenvolvimento sustentável destas operações e a conexão entre economias de todo o mundo.

É importante notar que embora a parcela de colaboração entre os transportes tenha aumentado, o volume do comércio marítimo caiu 3,8% em 2020, para um total de 10,6 bilhões de toneladas (UNCTAD, 2021, p. 71-72). É uma ruptura no padrão de crescimento registrado em carregamentos mundiais desde o ano de 2010, conforme ilustra a Figura 2.

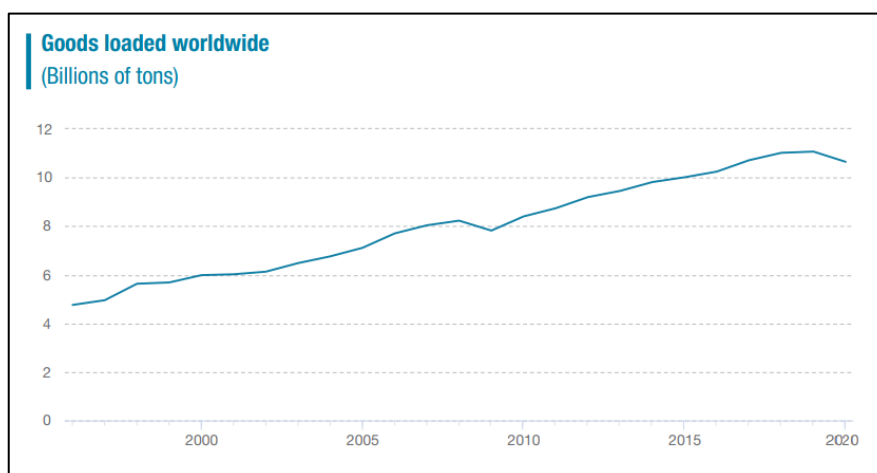


Figura 2: Mercadorias carregadas em todo o mundo em bilhões de toneladas (UNCTAD, 2021).

Essa descontinuidade é mais um dos reflexos da mudança de comportamento de consumo em decorrência da pandemia mundial de covid19. Como o transporte de cargas impacta de certa forma todos os setores da economia, é preciso considerar que o desenho e a gestão de uma cadeia de abastecimento numa pandemia global requerem uma abordagem diferente daquelas utilizadas para riscos mais restritos espacialmente, como terremotos (Salama; McGarvey, 2023).

Bonadio *et al.* (2021) indicaram que muitos países optaram por um processo de renacionalização dos seus fatores de produção durante este período. Embora os confinamentos estrangeiros tenham contribuído para conter as crises econômicas vividas pelos países, a maioria das contrações do PIB provém das políticas de confinamento internas. Em geral, a ruptura das cadeias de abastecimento globais não tornou os países mais resilientes. Isto acontece porque a redução da importância dos fatores de produção estrangeiros aumenta mecanicamente a importância dos fatores

de produção nacionais. Se os fatores de produção nacionais também estiverem sujeitos a confinamentos, a renacionalização não ajuda a mitigar a retração econômica.

Segundo Salama e McGarvey (2023), uma rede de abastecimento global resiliente à perturbações pandêmicas deveria considerar limitar a força de trabalho, reduzindo as capacidades de produção e logística, além de adicionar novos nós à cadeia.

No entanto, este aumento do tamanho da cadeia de abastecimento e surgimento de novas sub-cadeias pode levar ao encarecimento dos custos de transporte. Então os recursos empregados devem ser dimensionados de forma que sejam utilizados da melhor maneira possível. Isso significa que o desempenho econômico dos países está relacionado à eficiência dos recursos de transporte empregados, não só durante a pandemia, como na recuperação em anos seguintes.

A eficiência é um conceito relativo que compara a saída real obtida por uma unidade de insumo com a saída ideal, ou seja, é a ligação entre o que foi produzido e o que poderia ter sido produzido (Ferreira; Gomes, 2020).

Ao avaliar sua eficiência e comparar sua performance com a de outras economias, os países podem tomar decisões sobre gestão e investimentos de maneira mais concreta e baseada em fatos. A posição ocupada por um país pode ser encontrada por meio de indicadores calculados de forma relativa, ou seja, considerando apenas os dados de uma quantidade definida de pares.

O Índice de Performance Logística (LPI, do inglês, *Logistics Performance Index*) possibilita uma análise do desempenho das economias globais. Trata-se de uma ferramenta interativa de avaliação comparativa criada em 2007 pelo Banco Mundial para ajudar os países a identificar os desafios e oportunidades que enfrentam no seu desempenho na logística comercial e o que podem fazer para melhorá-lo. Neste caso, a logística é entendida como uma rede de serviços que apoia o movimento físico de mercadorias, o comércio transfronteiriço e o comércio dentro das fronteiras. Compreende transporte, armazenamento, corretagem, entrega expressa, operações de terminal e gerenciamento de dados e informações relacionados (*The World Bank*, 2023).

Se existem economias que realizam seu transporte marítimo para trocas comerciais de maneira mais eficiente que outras, lições de gestão podem ser assimiladas e conectadas ao índice de performance logística, um indicador amplo e de fácil acesso.

Considerando as circunstâncias retratadas, o objetivo geral deste trabalho é estudar o nível de influência dos indicadores do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente simultaneamente.

Mais especificamente os objetivos desta dissertação são:

- Analisar a eficiência operacional relativa do transporte marítimo de economias mundiais;
- Avaliar a eficiência econômica relativa do transporte marítimo de economias mundiais;
- Compreender de que forma a eficiência do transporte marítimo das economias mundiais se relaciona com o LPI.

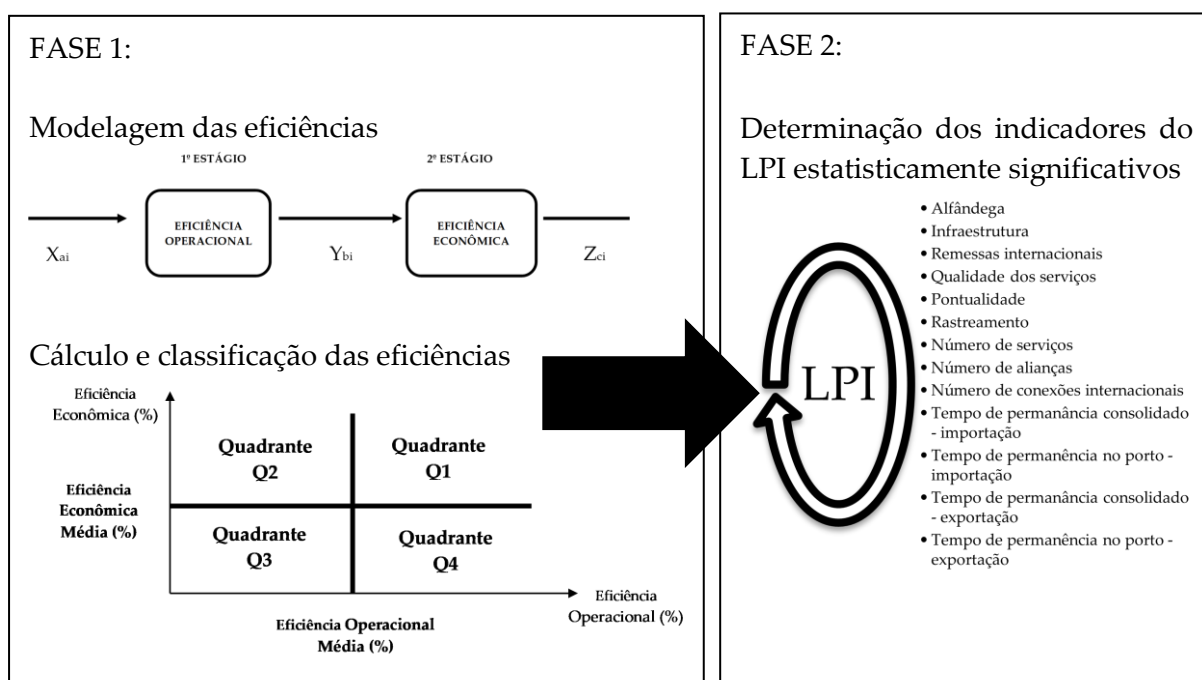


Figura 3: Síntese do desenvolvimento do estudo (elaborado pela autora).

A Figura 3 sintetiza o desenvolvimento do estudo para que estes objetivos sejam

alcançados. São duas fases principais. Na primeira, a atenção se voltou à eficiência do transporte marítimo das economias mundiais. Esta eficiência foi dividida entre operacional e econômica. Um modelo matemático foi desenvolvido e a partir deste o cálculo foi realizado com o auxílio da Análise Envoltória de Dados. Isso permitiu a classificação dos países em 4 grupos distintos. Na segunda fase, uma regressão logística binária foi utilizada para determinar os indicadores do Índice de Performance Logística que poderiam ser relacionados estatisticamente às eficiências e como eles podem aumentar as chances de um país pertencer ao Q1, grupo com as eficiências mais altas.

Este trabalho está estruturado em cinco seções, incluindo-se esta introdução. No próximo tópico está o referencial teórico fundamental para a compreensão da pesquisa. Na terceira parte são apresentados os aspectos metodológicos. Depois, os resultados obtidos são mostrados e discutidos. Por fim, a conclusão trata das observações finais, das limitações deste trabalho e de sugestões para pesquisas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo de referencial teórico tem o intuito de ser o alicerce que elucida as principais discussões deste estudo. O conteúdo está dividido em três grandes partes: transporte marítimo, eficiência e índice de performance logística.

2.1. TRANSPORTE MARÍTIMO

Na busca por compreender o funcionamento da logística internacional, é inevitável se deparar com o transporte marítimo. Devido à sua grande participação na movimentação de mercadorias, é considerado a espinha dorsal do comércio globalizado e da cadeia de abastecimento da indústria transformadora, além de ser um componente crucial do sistema econômico de um país, uma vez que desempenha um

papel fundamental na importação e exportação de recursos e na criação de oportunidades de emprego (Yan *et al.*, 2021).

Embora seja habitual descrever todo transporte aquaviário entre países apenas como marítimo, podem ser utilizadas nomenclaturas específicas de acordo com as vias utilizadas e a relação entre origem e destino.

A navegação de longo curso é aquela realizada entre países diferentes utilizando exclusivamente a via marítima ou uma combinação de via marítima e vias interiores. Para movimentações dentro de um mesmo país ou entre países próximos onde é possível chegar pela costa sem perder a terra de vista, utilizando vias marítimas ou vias interiores, é utilizada a navegação de cabotagem. Por último, a navegação fluvial ou lacustre é aquela realizada dentro de um mesmo país, utilizando exclusivamente as vias interiores (Brasil, 2004).

De acordo com Shi e Li (2017), as pesquisas sobre transporte marítimo realizadas entre os anos 2000 e 2014 se concentraram em dois grupos principais: gestão portuária e navegação. Na gestão portuária estão os estudos relacionados à alocação de berços em terminais, ao papel dos portos nas cadeias de abastecimento, à governança portuária e questões legais, ao planejamento, desenvolvimento e impacto econômico da rede portuária, à eficiência e competitividade dos portos, à escolha portuária, ao risco e segurança portuária, entre outros. Já a navegação engloba as pesquisas sobre as políticas de envio, o desempenho da gestão corporativa, o mercado de transporte marítimo e seu impacto econômico, os riscos de transporte e segurança marítima, o financiamento de remessas, as rotas e redes, o trabalho e emprego no setor, os clusters do transporte marítimo, as questões ambientais, a logística marítima, a gestão operacional de contêineres, os serviços de envio entre outros.

Para Gan e Su (2021) os portos são o ponto de encontro ou elo entre os transportes terrestre e marítimo. Além disso, funcionam como centros de distribuição de produtos industriais/agrícolas e materiais de importação/exportação do comércio global.

Contudo, o conceito de porto não está mais restrito à ideia de uma área as margens de uma extensão de água, onde as condições permitem a atracação de embarcações. Atualmente, os chamados portos secos ou Estações Aduaneiras do Interior (EADI), desempenham um importante papel na movimentação de cargas.

Segundo Rocha (2003), os portos secos são compreendidos de maneira diferente no Brasil e na Europa. Nos países europeus, eles são caracterizados como uma extensão do porto em regiões mais centralizadas, onde a mercadoria, chegada via aquaviária, é levada e entregue. Já no Brasil, eles são definidos como estações aduaneiras onde pode ser feito despacho aduaneiro e aplicação de regimes aduaneiros especiais. Isto significa que a principal diferença está no controle aduaneiro.

As atividades desenvolvidas no porto têm relação com uma série de outras atividades cujo alcance ultrapassa os limites territoriais do porto, iniciando nos locais de origem da carga, no caso da exportação, e terminando nos locais de destino, no caso da importação (Milan; Vieira, 2012). A Figura 4 ilustra as operações de exportação e importação portuárias.

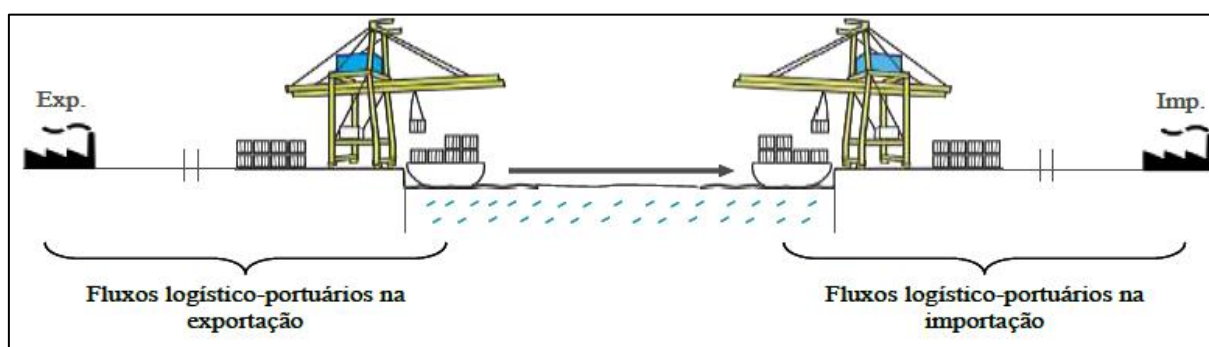


Figura 4: Atividades logístico-portuárias na exportação e na importação (MILAN; VIEIRA, 2012).

De acordo com Rojas (2014), para que um porto funcione são necessárias pessoas para executar os serviços de carga /descarga e o manuseio/controlar de estoque temporário, bem como instalações adequadas para toda a movimentação. Alguns componentes da infraestrutura necessária são:

- **Anteporto ou barra:** local que demarca a entrada do porto e onde se torna necessária uma adequada sinalização. Ou seja, é a área abrigada antes do canal de acesso e das bacias existentes;
- **Bacia de evolução:** área fronteira às instalações de acostagem, reservada para as evoluções necessárias às operações de atracação e desatracação dos navios no porto;
- **Bacia de fundeio ou ancoradouro:** local onde a embarcação lança sua âncora e que pode permanecer parada por vários dias fazendo reparos ou aguardando atracação no porto;
- **Canais de acesso e atracagem:** caminhos naturalmente mais profundos no leito oceânico, utilizados para a aproximação, a saída ou o fundeamento de embarcações que aguardam vez no porto;
- **Berços de atracação:** locais de parada para carregar ou descarregar navios por meio manual ou mecânico;
- **Cabeço:** equipamento localizado no berço de atracação cuja finalidade é receber as amarras das embarcações;
- **Quebra-mar:** construção de concreto que não possui ligação com a terra e que tem como objetivo receber e rechaçar o ímpeto das ondas ou das correntezas marítimas, defendendo as embarcações que se recolhem no porto;
- **Cais ou píer:** áreas onde estão localizados os berços de atracação e os equipamentos de movimentação de carga e descarga de mercadorias;
- **Docas:** parte de um porto de mar ladeada de muros ou cais em que as embarcações recebem ou deixam as cargas;
- **Dolfin:** estrutura fora do cais onde se localiza um cabeço para amarração do navio;
- **Pátios ou armazéns:** áreas utilizadas para acomodação das cargas a serem embarcadas ou desembarcadas dos navios;

- **Equipamentos portuários:** guindastes, empilhadeiras, transportadoras, correias, tubulações e qualquer outro equipamento utilizado na movimentação da carga. Estes equipamentos são divididos conforme sua função – para movimentação vertical (entre o porto e o navio, localizados na faixa do cais) e para movimentação horizontal (entre os pátios/armazéns e o berço de atracação);
- **Terminais:** pontos isolados que compartilham pouca ou nenhuma infraestrutura com outros pontos e que, em geral, são especializados na movimentação de cargas de volume e baixo valor agregado. Os terminais estão situados em área de mar, ao longo da costa e perpendicular a ela;
- **Retroporto:** área interna do porto reservada para a instalação de serviços e o estacionamento dos caminhões;
- **Vias perimetrais rodoviárias e férreas:** estruturas de acesso terrestre ao retroporto e à própria área do porto localizadas em paralelo ao cais;
- **Centros administrativos e operacionais:** aparelhado para atender às necessidades de navegação, movimentação e armazenagem de mercadorias.

Para tornar essa extensa infraestrutura operacional, um porto necessita do que se convencionou chamar de superestrutura. A superestrutura portuária consiste dos ativos fixos construídos sobre a infraestrutura, tais como galpões e silos, tanques de combustíveis e prédios de escritórios, além dos equipamentos duráveis, fixos ou móveis, tais como guindastes, empilhadeiras e veículos de carga (Britto *et al.*, 2015).

A gama de serviços que os portos oferecem difere amplamente. O mesmo acontece com a reputação do serviço e as relações comerciais estabelecidas com as transportadoras que os operadores de serviços globais podem trazer quando são selecionados como investidores ou operadores. Em geral, os portos modernos oferecem dois tipos de serviços: serviços essenciais e serviços de valor agregado (The World Bank, 2007).

Britto *et al.* (2015) explicam melhor estas classificações:

- **Serviços essenciais ou principais:** compreendem os serviços diretamente relacionados com a movimentação de carga de e para as embarcações em terra, incluindo o recebimento ou a entrega da carga nos acessos terrestres. Dois serviços aquaviários particularmente importantes são a praticagem e a rebocagem. A praticagem cobre as operações requeridas para que um navio entre e saia com segurança do porto, e pode ser provida diretamente pelo Estado ou por agentes privados, regulados ou não.
- **Serviços de valor agregado ou acessórios:** incluem aluguel de equipamentos diversos, suprimento de combustível e outros itens para navios, limpeza de porões e coleta de resíduos, além de serviços de despachante, tais como a preparação e a verificação de documentação de usuários para procedimentos de alfândega e liberações sanitárias. Inclui, ainda, os serviços relacionados à logística, tal como transbordo de carga entre modais, tratamento de cargas para pragas, montagem e desmontagem de equipamentos.

Fazer com que toda a infraestrutura dos portos se converta em serviços da melhor maneira possível exige atenção por parte da gestão portuária. Por conta da grande influência que exercem no seu entorno em questões econômicas, sociais e ambientais, os portos possuem modelos de tomada de decisão de caráter coletivo conhecidos como governança.

A governança pode ser abordada como um sistema de regras formais e informais (normas, procedimentos, costumes), que estabelecem as pautas de interação entre atores no processo de tomada de decisão, considerando-se como atores relevantes tanto os poderes públicos quanto os atores sociais e econômicos envolvidos (Milan; Vieira, 2012).

Segundo Britto *et al.* (2015), uma questão importante relacionada com as atividades portuárias é a da existência (ou não) de economias de escala, que podem influenciar na responsabilidade em relação aos investimentos. Entende-se que no caso de fortes economias de escala, as atividades portuárias teriam características de monopólio natural e, portanto, deveriam ser de responsabilidade do Estado. No entanto, os autores apontam que existe na literatura um grande número de análises empíricas sugerindo que isso se restringe à infraestrutura aquaviária, não estando presentes nas atividades típicas de carga e descarga de navios. Isso significa que as atividades aquaviárias deveriam ser compartilhadas entre diferentes operadores localizados num mesmo porto e, nesse contexto, administradas por uma autoridade portuária única. A autoridade portuária concentraria as atividades de planejamento e desenvolvimento do porto, além de responder pela construção e manutenção dos acessos terrestres e aquaviários. Enquanto isso, as atividades de movimentação de carga, armazenagem, entre outras realizadas em terra, que não apresentam economias de escala, poderiam ser oferecidas por operadores especializados.

Os modelos de exploração de portos existentes hoje no mundo são resultado de anos de evolução tecnológica e jurídica (Britto *et al.*, 2015). Liu (1992) classificou os modelos de gerenciamento em quatro tipos de acordo com a distribuição de autoridades entre órgãos públicos e privados:

- ***Service port:*** a autoridade portuária pública é responsável pelo fornecimento de todas as facilidades e serviços portuários.
- ***Tool port:*** a autoridade portuária pública fornece a infraestrutura/superestrutura e os operadores privados adquirem o direito de lidar com os serviços através de licenças.
- ***Landlord port:*** a autoridade portuária pública fornece a infraestrutura e as companhias privadas licenciadas se responsabilizam pelos investimentos em superestrutura e serviços portuários;

- **Private port:** o fornecimento de todas as facilidades e serviços portuários é de responsabilidade de setores privados.

Milani *et al.* (2015) sintetizaram a divisão das autoridades portuárias desses modelos de gestão na Tabela 1.

Tabela 1: Modelos de gestão portuária (MILANI *et al.*, 2015).

Modelo de gestão	Investimentos		Serviços	
	Infraestrutura	Superestrutura	Estiva	Outros
<i>Service port</i>	Pública	Pública	Pública	Pública
<i>Tool port</i>	Pública	Pública	Privada	Pública-privada
<i>Landlord port</i>	Pública-privada	Privada	Privada	Pública-privada
<i>Private port</i>	Privada	Privada	Privada	Privada

O guia para reforma portuária do *The World Bank* (2007) propõe a extensão das atividades para melhor compreensão da divisão das autoridades entre os modelos de gestão. As 12 atividades consideradas são:

1. Administração portuária;
2. Gerenciamento naval;
3. Infraestrutura naval;
4. Infraestrutura portuária;
5. Superestrutura (equipamentos);
6. Superestrutura (edifícios);
7. Movimentação de carga;
8. Pilotagem;
9. Reboque;
10. Serviços de atracação;
11. Dragagem;
12. Outros.

A relação entre a responsabilidade por cada uma das tarefas de acordo com o modelo de gestão adotado é ilustrada na Tabela 2.

Tabela 2: Relação público-privado na gestão portuária (adaptado de *The World Bank*, 2007).

Modelo de gestão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Service port												
Tool port												
Landlord port												
Private port												

Responsabilidade pública
 Responsabilidade privada
 Responsabilidade público-privada

Já Britto *et al.* (2015) analisaram diferentes formas de promoção da participação privada e da competição no setor portuário a partir da identificação de quatro grupos de serviços realizados em um porto: (i) regulamentação e supervisão de serviços realizados no porto, (ii) gestão da área comum do porto, (iii) gestão de áreas de uso restrito dentro do porto e (iv) operação portuária. A participação, ou não, do setor privado em cada um desses define um modelo diferente de organização setorial com impactos distintos sobre a competição. A caracterização da gestão da área comum do porto como serviço distinto, bem como a possibilidade dessa atividade ser delegada a um ente privado, chamado de Landlord Privado, constituem uma inovação destes autores em relação à classificação dos portos introduzida pelo Banco Mundial.

Embora Milani *et al.* (2015) não tenham encontrado uma relação direta entre modelo de gestão portuária e eficiência, a utilização de indicadores de desempenho portuário é útil para medir se o desenvolvimento do porto é satisfatório ou não, para comparar portos e aprender onde o desempenho pode ser melhorado e para comunicar o desempenho do porto a um amplo público de partes interessadas (De Langen; Nijdam; Horst, 2007).

De Langen, Nijdam e Horst (2007) afirmam que no caso das organizações públicas os indicadores de desempenho são utilizados para garantir que os gastos estão sendo geridos de forma eficaz e que os resultados dos investimentos possam ser medidos.

No âmbito mundial, o relatório sobre logística comercial do *The World Bank* (2023) aponta que a melhoria da performance nos transportes ultrapassa as fronteiras

administrativas, comerciais, industriais, financeiras, sociais e ambientais. Ela requer mecanismos de integração com o setor privado e a capacidade de absorver as melhores práticas de países com desempenho elevado. O desenvolvimento de ferramentas relevantes para as políticas poderia ajudar os decisores a identificar casos em que as políticas poderiam desempenhar um papel construtivo no aumento do desempenho logístico.

A gestão eficiente e a utilização de soluções de tecnologia da informação, tanto no setor privado como no público, são ferramentas para uma logística de alta qualidade. A capacitação, a garantia do acesso a tecnologias apropriadas e o apoio a infraestruturas devem continuar a fazer parte da agenda política (*The World Bank*, 2023).

2.2. EFICIÊNCIA

De acordo com Ferreira e Gomes (2020), eficiência é um conceito relativo que compara o que foi produzido (saída) por unidade de insumo (entrada) com que poderia ser produzido, do seguinte modo:

$$\frac{\text{SAÍDA}}{\text{ENTRADA}} \textit{realizada} \quad \text{comparada com} \quad \frac{\text{SAÍDA}}{\text{ENTRADA}} \textit{adequada}$$

Assim, a definição geral de eficiência técnica de uma organização ou unidade produtiva, quando se comparam duas ou mais dessas organizações, está relacionada a produção de um bem ou serviço com a menor utilização possível de recursos, ou seja, eliminando-se as folgas. Por sua vez, a forma de utilização dos recursos necessários para a produção está relacionada à tecnologia adotada e ao respectivo processo de produção (Ferreira; Gomes, 2020).

No caso do transporte marítimo, ferramentas de avaliação de performance têm sido aplicadas para analisar o contexto organizacional dos portos, de modo a apoiar

os processos de tomada de decisão e medir a eficiência e a produtividade nos níveis operacional e tático (Ensslin *et al.*, 2018).

Segundo Ferreira e Gomes (2020) existem formas alternativas de se medir a eficiência:

- **Métodos estatísticos paramétricos:** supõem uma relação funcional entre a produção e os insumos, utilizando como suporte medidas de tendência central como, por exemplo, a média aritmética;
- **Métodos não paramétricos:** não fazem suposições sobre a relação funcional entre insumos e produtos, definindo os valores relativos que podem ser produzidos com base na observação e comparação de dados das organizações ou atividades do conjunto analisado.

De acordo com Liu *et al.* (2013), a Análise Envoltória de Dados (DEA, do inglês, *Data Envelopment Analysis*) é uma técnica não paramétrica utilizada para calcular as eficiências relativas de cada organização, ou seja, a eficiência de unidades em relação a outras unidades que utilizam os mesmos inputs e outputs e praticam tarefas semelhantes, para assim, identificar as organizações mais eficientes. Os principais setores abordados nas pesquisas entre os anos de 1978 e de 2010 foram: bancos, assistência médica, agricultura e fazenda, transporte e educação. As aplicações que tiveram o maior impulso de crescimento recentemente são energia e meio ambiente, bem como finanças.

No setor de transportes a utilização do DEA ainda não atingiu sua maturidade. Existe uma dependência do trabalho de poucos autores o que torna o ritmo de publicação instável e isso se dilui entre os diferentes modais. Cerca de 25,7% dos 461 artigos sobre aplicação de DEA no setor de transporte publicados entre 1989 e 2016 tinham como foco a movimentação marítima (Cavaignac; Petiot, 2017).

Roll e Hayuth (1993) estão entre os primeiros pesquisadores a calcular a eficiência técnica do setor portuário, utilizando a Análise Envoltória de Dados. Com um exemplo hipotético, utilizaram como entradas a mão de obra, o capital investido e

a uniformidade da carga e como saídas a taxa de transferência de carga, o nível de serviço, a satisfação dos usuários e o número de chamados de navios.

Martinez-Budría *et al.* (1999) evoluem o estudo ao utilizar DEA para uma situação real envolvendo 26 portos espanhóis, para comparações de eficiência numa janela de tempo de 5 anos.

A ideia de contrapor as operações portuárias dentro de um mesmo país ou região foi seguida por muitos autores. Foram difundidas investigações realizadas na Austrália (Tongzon, 2001), no Japão (Itoh, 2002), em Portugal (Barros, 2003), no Mercosul (Rios; Maçada, 2006) e na Europa (Wang; Cullinane, 2006).

Ainda é difícil encontrar trabalhos a nível global. Cavaignac e Petiot (2017) sugerem que a indisponibilidade de dados homogêneos de entradas e saídas em nível mundial pode impedir os autores de realizar estudos comparativos mais gerais.

Para Cullinane *et al.* (2006) os indicadores de desempenho portuário sugeridos pela UNCTAD, fundamentam as medidas de produtividade e eficácia e podem ser usados como ponto de referência para a multiplicidade de medidas que podem ser contabilizadas.

Os indicadores de desempenho sugeridos pela UNCTAD (1976) são divididos em dois grupos:

- **Indicadores operacionais:** chegada atrasada, tempo de espera, tempo de serviço, tempo de resposta, tonelagem por navio, fração de tempo de navios atracados trabalhados, número de equipes empregadas por navio por turno, toneladas por navio-hora no porto, toneladas por hora navio atracado, toneladas por horas de equipe e fração de tempo em que as equipes estão ociosas;
- **Indicadores financeiros ou econômicos:** tonelagem trabalhada, receita de ocupação do berço por tonelada trabalhada, receita de movimentação de carga por tonelada de carga, despesas trabalhistas, gastos com

equipamentos de capital por tonelada de carga, contribuição por tonelada de carga e contribuição total.

Em trabalhos com dados hipotéticos a utilização destes indicadores como variáveis de *input* e *output* fazem sentido, porém a dificuldade em acessar informações que podem ser consideradas sensíveis pelas administradoras portuárias faz com que sejam empregados outros argumentos para averiguação da eficiência em pesquisas aplicadas.

Oliveira e Cariou (2011) usaram a taxa de transferência de carga como uma saída de interesse e o carregamento, o comprimento do cais, os estoques e as taxas de carregamento como entradas em seu estudo com dados reais de portos de vários países.

Já Costa, Meza e Roboredo (2018), que estudaram a eficiência técnica em portos brasileiros, consideraram a área do terminal, o comprimento do cais e a quantidade de equipamento como entradas de seu modelo, no qual o número de contêineres movimentados representava a saída do processo de prestação de serviço.

George e Tumma (2020) fizeram o cálculo da eficiência em dois estágios. No primeiro utilizaram o número de berços, o número de trabalhadores e a capacidade como as variáveis que representam os recursos para obter o volume trafegado e o tempo de resposta como saídas operacionais. Essas são utilizadas no segundo estágio para obter como saídas financeiras a receita líquida e a receita operacional.

A Tabela 3 sumariza os estudos sobre eficiência portuária mencionados de modo que seja possível visualizar diferenças e semelhanças em relação ao escopo geográfico, ao número de unidades de tomadas de decisão, ao tipo de eficiência e às variáveis de entrada e de saída consideradas.

Ainda considerando a aplicação de DEA nos transportes, a comparação da eficiência entre países parece ser um fenômeno mais recente. Para estes casos em que os países são as unidades de tomada de decisão, as variáveis de entrada e saída devem

ser adaptadas para alcançar toda a complexidade que envolve os sistemas de transporte e comércio internacional de uma nação.

Tabela 3: Variáveis utilizadas para avaliar a eficiência portuária (elaborado pela autora).

Autores	Escopo geográfico	Número de DMU	Tipo de eficiência	Variáveis de entrada	Variáveis de saída
Roll e Hayuth (1993)	Exemplo hipotético	20	Técnica	Mão de obra Capital investido Uniformidade da carga	Taxa de transferência de carga Nível de serviço Satisfação dos usuários Número de chamados de navios
Martinez-Budría et al. (1999)	Espanha	130	Financeira	Despesas trabalhistas Encargos de depreciação Outras despesas	Carga total movimentada pelas docas Receita obtida com aluguel de instalações portuárias
Tongzon (2001)	Global	16	Operacional	Número de berços Número de guindastes Número de rebocadores Número de trabalhadores de estiva Área do terminal Quantidade de tempo de atraso	Número total de contêineres carregados e descarregados Número de contêineres movimentados por hora de trabalho por navio
Itoh (2002)	Japão	80	Operacional	Área do terminal Número de berços Número de guindastes Número de trabalhadores por contêiner	Contêineres movimentados
Barros (2003)	Portugal	10	Técnica e Alocativa	Número de trabalhadores Valor contábil dos ativos	Navios Movimento de carga Tonelagem bruta Participação de mercado Carga a granel Carga contentorizada Tráfego ro/ro Granel seco Granel líquido Resultado líquido
Rios e Maçada (2006)	Mercosul	69	Operacional	Número de guindastes Número de berços Número de funcionários Área do terminal Quantidade de equipamentos de pátio	TEUs movimentados Quantidade média de contêineres movimentados por hora/navio
Wang e Cullinane (2006)	Europa	104	Operacional	Comprimento do terminal Área do terminal Custos com equipamentos	Taxa de transferência de contêineres
Oliveira e Cariou (2011)	Global	122	Operacional	Projeto Comprimento Armazenamento Taxas de carregamento	Taxa de transferência
Costa, Meza e Roboredo (2018)	Brasil	54	Operacional	Área do terminal Comprimento do cais Quantidade de equipamentos	Número de contêineres movimentados
George e Tumma (2020)	Índia	39	Operacional	Número de berços Mão de obra Capacidade de operação	Volume de tráfego movimentado Tempo de resposta
			Financeira	Volume de tráfego movimentado Tempo de resposta	Receitas Lucro operacional

Markovitz-Somogyi e Bokor (2014) utilizaram o DEA para calcular a eficiência operacional da logística de 29 países europeus. Yu e Hsiao (2016) consideraram as diferenças de tecnologia e rendimentos de 150 países para construir um modelo de saída puro, ou seja, sem variáveis de entrada. Enquanto isso, Lu *et al.* (2019), discutiram a eficiência ambiental nas atividades de transporte e logística de 112 países.

Para apresentar um novo modelo DEA em rede que poderia medir as eficiências e sub-eficiências logísticas dos países, foram elaborados 2 estágios considerando etapas de produção e serviços (Erturan; Merdivenci, 2021)

Também há interesse por parte de vários pesquisadores sobre a eficiência dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, seja para compreender a competitividade entre estes ou as mudanças ocorridas ao longo do tempo (Acar; Torgalöz, 2022; Polat; Kara; Acar, 2023).

Tabela 4: Variáveis utilizadas para avaliar a eficiência de transporte dos países (elaborado pela autora).

Autores	Tipo de eficiência	Variáveis de entrada	Variáveis de saída
Markovitz-Somogyi e Bokor (2014)	Logística	Comprimento das autoestradas/1000 habitantes Extensão da rede ferroviária/1000 habitantes PIB per capita em padrões de poder de compra Remunerações no setor de transporte e armazenamento Investimento bruto em bens tangíveis	Desempenho do transporte rodoviário (mi ton/Km) Desempenho do transporte ferroviário (mi ton/Km) Qualidade Pontualidade
Yu e Hsiao (2016)	Logística		Alfândega Infraestrutura Remessas internacionais Qualidade dos serviços Rastreamento Pontualidade Custos logísticos
Lu et al. (2019)	Ambiental	Consumo de petróleo no transporte (ton/mi USD)	Alfândega Infraestrutura Remessas internacionais Qualidade dos serviços Rastreamento Pontualidade Emissões de CO2 no transporte (Kg/PIB)
Erturan e Merdivenci (2021)	Produção	Gastos governamentais per capita Força de trabalho per capita	Alfândega Infraestrutura Qualidade dos serviços
	Serviços	Alfândega Infraestrutura Qualidade dos serviços	Remessas internacionais Rastreamento Pontualidade
Acar e Torgalöz (2022)	Logística	Alfândega Infraestrutura Remessas internacionais Qualidade dos serviços Rastreamento Pontualidade	Investimento estrangeiro direto/PIB Volumes de exportação/PIB
Polat, Kara e Acar (2023)	Logística	Infraestrutura Ensino e treinamento superior Eficiência do mercado de bens Desenvolvimento de mercado financeiro Prontidão tecnológica Sofisticação empresarial Inovação	Alfândega Infraestrutura Remessas internacionais Qualidade dos serviços Rastreamento Pontualidade

A eficiência do transporte de um país pode ser relacionada ao seu Índice de Performance Logística, ferramenta interativa de avaliação comparativa criada em 2007 pelo Banco Mundial para ajudar os países a identificar os desafios e oportunidades no desempenho de sua logística comercial e o que podem fazer para melhorá-lo (*The World Bank*, 2023).

Neste caso, relatórios do *The World Bank* (2023) explicam que a logística pode ser entendida como uma rede de serviços que apoia o movimento físico de mercadorias, o comércio transfronteiriço e o comércio dentro das fronteiras.

Compreende transporte, armazenamento, corretagem, entrega expressa, operações de terminal e gerenciamento de dados e informações relacionados.

As variáveis alfândega, infraestrutura, remessas internacionais, qualidade dos serviços, rastreamento e pontualidade são as variáveis estudadas no índice de performance logística e aparecem de forma recorrente nos trabalhos consultados, como indica a Tabela 4.

2.3. ÍNDICE DE PERFORMANCE LOGÍSTICA (LPI)

Segundo Yu e Hsiao (2016), o Índice de Performance Logística (LPI, do inglês, *Logistics Performance Index*) é uma ferramenta de *benchmarking* internacional que se concentra especificamente na medição da facilitação amigável do comércio e dos transportes de um determinado país, o que lhe permite identificar os desafios e oportunidades logísticas encontrados. Na verdade, os decisores políticos e os profissionais dos países em desenvolvimento e desenvolvidos acompanham de perto o LPI como um importante indicador internacional

Para Polat, Kara e Acar (2023) é extremamente importante medir o desempenho logístico de uma nação, tanto para órgãos internos, como políticos e executivos de empresas, como para organismos externos, como fornecedores de fundos e executivos de empresas multinacionais. Em estudos acadêmicos sobre o desempenho logístico das nações, os valores de desempenho logístico são retirados do LPI. A utilização frequente do LPI na literatura serve para legitimar a sua aplicação como indicador de desempenho logístico dos países.

O LPI foi publicado pela primeira vez em 2007. Posteriormente, foram anunciados os níveis de desempenho logístico dos países em 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018 (Polat; Kara; Acar, 2023).

A sétima edição, publicada no ano de 2023, apresenta a visão mais recente sobre o desempenho da logística comercial em 139 países. A logística é entendida como uma rede de serviços que apoia o movimento físico de mercadorias, o comércio

transfronteiriço e o comércio dentro das fronteiras. Compreende transporte, armazenamento, corretagem, entrega expressa, operações de terminal e gerenciamento de dados e informações relacionados (*The World Bank, 2023*).

O relatório do The World Bank (2023) explica que as edições anteriores foram baseadas exclusivamente num questionário destinado a profissionais de logística. O relatório mais recente apresenta um novo conjunto de indicadores-chave de desempenho, derivados de uma abordagem de *Big Data*, sobre movimentos reais de contêineres marítimos, frete aéreo e encomendas postais por rota comercial e outras entradas. O questionário pede aos parceiros de um determinado país que avaliem até que ponto é fácil ou difícil comercializar produtos manufaturados transportados em unidades, como contentores de transporte.

A pesquisa LPI de 2023 foi realizada entre setembro e novembro de 2022 através de 4.090 avaliações, realizadas por 652 profissionais de logística em 115 países em todas as regiões do Banco Mundial. Os seis componentes do LPI, inalterados desde o seu lançamento em 2007, são avaliados a nível nacional numa escala de 5 pontos (*The World Bank, 2023*).

O Índice de Desempenho Logístico do *The World Bank* (2023) analisa os países através de seis componentes resultantes das entrevistas com profissionais da logística. São eles:

1. **Alfândega:** a eficiência do desalfandegamento e da gestão das fronteiras.
2. **Infraestrutura:** a qualidade das infraestruturas relacionadas com o comércio e os transportes.
3. **Remessas internacionais:** a facilidade de organizar remessas internacionais com preços competitivos.
4. **Qualidade dos serviços:** a competência e qualidade dos serviços logísticos.
5. **Rastreamento:** a capacidade de rastrear remessas.

6. **Pontualidade:** a frequência com que as remessas chegam aos destinatários dentro do prazo de entrega programado ou esperado.

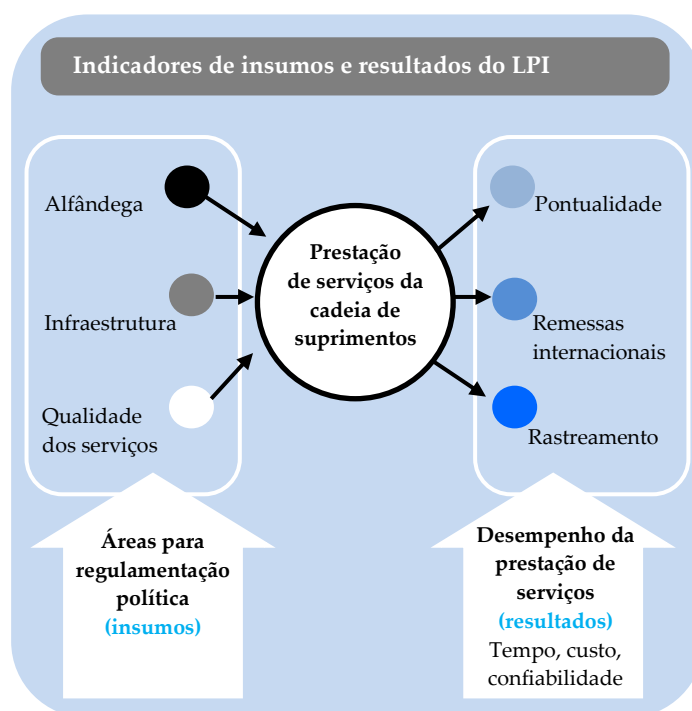


Figura 5: Os seis componentes do LPI (adaptado de The World Bank, 2023).

O relatório do *The World Bank* (2023) menciona que os indicadores foram escolhidos com base em pesquisas teóricas e empíricas e na experiência prática de profissionais de logística envolvidos no agenciamento de cargas internacionais. A figura 5 mapeia os seis indicadores do LPI em duas categorias principais:

- **Áreas para regulamentação política, indicando os principais insumos para a cadeia de abastecimento:** alfândegas, infraestruturas e serviços (indicadores 1, 2 e 4, respectivamente);
- **Resultados de desempenho da cadeia de abastecimento:** custo, confiabilidade e tempo (indicadores 3, 5 e 6, respectivamente).

O LPI utiliza técnicas estatísticas padrão para agregar os dados num único indicador, convertendo informação qualitativa em informação quantitativa, antes de agregar e ponderar. Embora o conjunto de participantes não seja constante ao longo do tempo (devido às mudanças de pessoal e organizacionais na indústria), os profissionais de logística participantes são fundamentais para a qualidade e

credibilidade do LPI, e o seu envolvimento e *feedback* têm sido essenciais no desenvolvimento e refinamento do inquérito ao longo do tempo (The World Bank, 2023).

Quanto aos principais indicadores de desempenho derivados de dados de rastreamento, o Banco Mundial disponibiliza uma lista com as definições e fontes, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Indicadores de dados de rastreamento do LPI (adaptado de The World Bank, 2023).

Fonte	Indicador	Definição
MDS Transmodal	Número de serviços	Número total de serviços marítimos (operados através de companhias marítimas regulares numa rotação pré-definida) entre os dois países.
	Número de alianças	Contagem do número de alianças por país de destino.
	Número de parceiros (países)	Contagem de um número distinto de países parceiros por país de destino.
	Número de parceiros (países)	Número médio de países parceiros.
Cargo iQ	Tempo de permanência da aviação (dias)	Diferença de tempo entre a notificação de prontidão para entrega da carga e a carga entregue ao destinatário no país de destino. Mediana e quartis são fornecidos.
Universal Postal Union	Número de parceiros (países)	Número médio de países parceiros.
	Prazo de entrega postal (dias)	Diferença média de tempo entre a chegada à estação de permuta de destino e a entrega malsucedida ou a entrega final ao destinatário no país de destino. Mediana e quartis são fornecidos.
TradeLens	Tempo de permanência de importação e exportação (dias)	Tempo gasto no mesmo local (conforme definido pelo Código das Nações Unidas para Locais de Comércio e Transporte) desde a expedição e antes do carregamento do navio. São produzidas duas variáveis para cada país: tempo de permanência no porto de partida e tempo de permanência consolidado (incluindo o tempo passado em locais intermédios). Média, mediana e quartis são fornecidos. As estatísticas baseiam-se em todas as viagens de contentores originadas no país, independentemente do corredor de exportação e importação.
	Lead time dos corredores de importação	Estimativa do tempo médio de importação para corredores que servem países sem litoral com base no prazo de entrega entre o destino e o porto de importação.
	Lead time dos contentores de exportação	Soma do tempo de permanência consolidado, do tempo de corredor de exportação e do tempo de carregamento.
MarineTraffic	Tempo de atracação (dias)	Diferença horária entre o primeiro momento de chegada e o último momento de partida para visitas portuárias repetidas e consecutivas (se houver) calculada para cada escala portuária (conforme definido pelo Código das Nações Unidas para Locais de Comércio e Transporte). Agregado diretamente das diferenças de horário de escala nos portos para os países ao longo de seis meses. Este indicador exclui o tempo de espera no fundo.

Esse conjunto de informações do LPI são instrumentos importantes para a gestão das organizações privadas e a tomada de decisão por órgãos públicos nas mais diferentes áreas da logística.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo são discutidas, definidas e justificadas as ferramentas, técnicas e estratégias utilizadas na abordagem da pesquisa. Inicialmente, é feita a conceituação metodológica do estudo. Em seguida, o cálculo das eficiências relativas é detalhado. Por fim, é apresentado o procedimento adotado para relacionar estas eficiências ao LPI.

3.1. CONCEITOS METODOLÓGICOS

A pesquisa na área de gestão da produção e operações necessita de diversos métodos e abordagens científicas devido a sua complexidade (Ganga, 2012).

Corrêa (2018) aponta que a engenharia de produção possui atuação tanto em áreas “laboratoriáveis” como em áreas sociotécnicas. Por isso, diferente de outros ramos de estudo, compartilha métodos de pesquisa com especialidades mais tecnológicas da engenharia, do mesmo modo que o faz com a administração de empresas, claramente uma ciência social.

Um dos autores mais prestigiados pela comunidade científica no que tange à produção voltada aos métodos de pesquisa, Antonio Carlos Gil (2008), agrupa os estudos na área social em quatro tipos de acordo com: a natureza, o objetivo, a abordagem e o procedimento empregado.

Gil (2002) aponta que a natureza de um estudo indica de que forma o conhecimento gerado poderá ser utilizado posteriormente. A natureza pode ser classificada como pura ou aplicada.

A pesquisa aplicada tem uma ênfase prática em solução de problemas. Ela é conduzida para encontrar respostas a questões específicas relacionadas a ação, desempenho ou necessidades de política (Cooper; Schindler, 2016).

Espera-se que este estudo possa ser capaz de auxiliar os países na tomada de decisão sobre como atuar para a melhoria de sua eficiência logística a partir da

identificação da experiência de nações com desempenhos superiores. Logo, trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada.

Cada pesquisa social, naturalmente, tem um objetivo específico. Contudo, é possível agrupar as mais diversas pesquisas em certo número de grupamentos amplos. De acordo com a finalidade do estudo eles podem ser denominados como descritivos, exploratórios e explicativos (Gil, 2008).

As pesquisas explicativas são aquelas que têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este é o tipo de estudo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente (Gil, 2008).

Alguns pesquisadores nomeiam as pesquisas explicativas como causais. No entanto, Cooper e Schindler (2016) argumentam que isto pode ser um equívoco, visto que a relação de causalidade entre duas variáveis não pode ser demonstrada de maneira indutiva, apenas como conclusões inferenciais. Como tal, são enunciados da probabilidade de que A produza B com base no que é observado e mensurado. Encontrar o padrão ideal de causalidade exige que uma variável sempre cause a outra e que mais nenhuma tenha o mesmo efeito.

Ainda que existam divergências quanto ao nome, não há dúvidas de que esta pesquisa possui objetivos explicativos, uma vez que sua intenção é estudar o nível de influência dos indicadores do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente simultaneamente.

De acordo com Martins (2018) a abordagem de uma pesquisa revela como as variáveis do estudo são interpretadas. Quando o pesquisador utiliza variáveis mensuráveis, com intenção de manter a objetividade de sua relação com o fenômeno, a abordagem é quantitativa. Quando o pesquisador utiliza suas impressões individuais para interpretar as variáveis e entender a complexidade da realidade

estudada, a abordagem é qualitativa. Há ainda a possibilidade de utilizar uma abordagem combinada.

Ainda segundo Martins (2018), embora o ato de mensurar variáveis de pesquisa seja a característica mais marcante da abordagem quantitativa, a causalidade, a generalização e a replicação também são preocupações relevantes. A mensurabilidade envolve medir um conjunto de variáveis que represente bem um constructo, com a finalidade de testar hipóteses. A causalidade procura explicar como as coisas são. A generalização trata da possibilidade de os resultados obtidos serem generalizados para além dos limites da pesquisa. A replicação trata sobre a possibilidade de um pesquisador repetir uma pesquisa de outro e encontrar os mesmos resultados.

A abordagem quantitativa desta dissertação pode ser sustentada pela medição das eficiências relativas no transporte marítimo para testar uma relação hipotética com o LPI, pelas explicações a partir da análise dos dados, pela possibilidade de extrapolar os dados para além da modelagem matemática e enxergar ações práticas e pela utilização de dados facilmente coletáveis e que podem ser replicados por outros pesquisadores.

O procedimento ou método de pesquisa é a forma como os dados são coletados. Nakano (2018) divide os estudos da engenharia de produção e gestão de operações em sete categorias: levantamento tipo *survey*, estudo de caso, modelagem, simulação, estudo de campo, experimento e teórico/conceitual.

Os procedimentos mais apropriados, na área de engenharia de produção, para conduzir uma pesquisa quantitativa são: pesquisa de avaliação (*survey*), modelagem/simulação, experimento e quase experimento (Martins, 2018).

A utilização de modelos permite compreender melhor um ambiente, identificar problemas, formular estratégias e oportunidades, apoiar e sistematizar o processo de decisões (Morabito; Pureza, 2018).

Martins (2018) explica que na modelagem/simulação o pesquisador manipula as variáveis e os seus níveis, mas não na realidade. Isso é feito no modelo de pesquisa,

que é uma abstração da realidade. Pode haver ou não o uso de computadores para manipular as variáveis do modelo.

Para Morabito e Pureza (2018), a modelagem quantitativa tem sido o cerne da metodologia da pesquisa operacional, abordagem científica para auxiliar no processo de tomada de decisões, que procura determinar como melhor projetar, planejar e operar sistemas, usualmente sob condições que requerem alocações eficientes de recursos escassos.

A análise envoltória de dados é um modelo de programação matemática, que considera situações com múltiplas funções objetivos possivelmente conflitantes. Por isso, o procedimento de pesquisa desta dissertação é a modelagem/simulação.

Então, este trabalho de mestrado pode ser classificado como de natureza aplicada, com objetivo explicativo, uso de abordagem quantitativa e com coleta/análise de dados por meio dos procedimentos de modelagem e simulação, como resume a Figura 6.



Figura 6: Classificação metodológica da pesquisa (elaborado pela autora).

O desenvolvimento desta pesquisa passa por duas grandes fases, que são detalhadas na sequência deste capítulo: análise da eficiência no transporte marítimo e compreensão da relação entre a eficiência no transporte marítimo e o LPI.

3.2. EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO

O primeiro passo na busca por compreender de que forma a eficiência do transporte marítimo das economias mundiais se relaciona com o LPI é determinar essa eficiência. Para tanto, foram estabelecidas 6 etapas:

1. Escolha do modelo;
2. Escolha das variáveis;
3. Coleta de dados;
4. Cálculo da eficiência;
5. Representação cartesiana da eficiência;
6. Análise dos quadrantes do plano cartesiano.

Cada uma das etapas é pormenorizada na sequência deste capítulo, além da apresentação resumida feita na Figura 7.

1. Escolha do modelo:	• Definir a representação da eficiência no transporte marítimo e qual técnica de análise utilizar.
2. Escolha das variáveis:	• Escolher as variáveis que podem representar adequadamente a realidade no modelo proposto.
3. Coleta de dados:	• Determinar as bases de dados e realizar a coleta.
4. Cálculo da eficiência:	• Aplicar a técnica de análise escolhida para o cálculo da eficiência.
5. Representação cartesiana da eficiência:	• Coordenar as duas componentes da eficiência em um plano cartesiano.
6. Análise dos quadrantes do plano cartesiano:	• Analisar a eficiência no transporte marítimo das economias mundiais em cada quadrante do plano cartesiano.

Figura 7: Etapas da primeira parte da pesquisa (elaborado pela autora).

3.2.1. ESCOLHA DO MODELO

A Análise Envoltória de Dados ou DEA (do inglês, *Data Envelopment Analysis*) é uma técnica que utiliza modelos matemáticos não paramétricos, ou seja, sem inferências estatísticas, para determinar a eficiência técnica relativa de um grupo de Unidades de Tomada de Decisão ou DMU (do inglês, *Decision Making Units*) considerado para análise (Ding *et al.*, 2015).

Segundo Ferreira e Gomes (2020), os primórdios da DEA encontram-se na teoria da produção microeconômica, que junto com as reflexões sobre métodos matemáticos de programação, buscavam formas mais eficiente de alocação de recursos. Isto significa estabelecer relações que indiquem quanto se pode obter de um ou mais produtos a partir de uma dada quantidade de fatores.

Farell (1957) desenvolveu as ideias iniciais que se baseavam em processos com entradas e saídas únicas, ou caso simples, e tentou elaborar métodos generalizados que avaliassem a produtividade a partir da combinação de múltiplos *inputs* para criação de outros vários *outputs*. Então, a eficiência foi descrita como:

$$Eficiência = \frac{\text{média ponderada das saídas/outputs}}{\text{média ponderada das entradas/inputs}} \quad (1)$$

Em termos matemáticos:

$$Ef_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (2)$$

Sendo:

Ef_0 = eficiência da unidade 0;

u_r = peso r da saída y_{r0} ;

y_{r0} = saída r para a unidade 0;

v_i = peso i da entrada x_{i0} ;

x_{i0} = entrada i para a unidade 0;

com $r = 1, \dots, s$ e $i = 1, \dots, m$.

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram a maximização da equação (2) para cada unidade com o objetivo de comparar a eficiência relativa de escolas públicas dentro de um programa educacional para crianças carentes. O modelo linear proposto pelos autores é dado por:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max Ef_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad , \text{sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1, \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0; \\ j = 1, \dots, n; u_r, v_i \geq 0; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m. \end{array} \right. \quad (3)$$

Este modelo é chamado de CCR, as iniciais dos autores. A solução dessa programação matemática são valores para os pesos u_r e v_i , que maximizam a medida de eficiência técnica da unidade 0 (função objetivo), sujeitos a restrição de que todas as medidas de eficiência de todas as DMUs sejam menores ou iguais a 1. Pois se:

- $0 \leq Ef_0 < 1$, então a DMU combina os insumos e produtos de um dado processo de produção de maneira inadequada e pode ser chamada de **INEFICIENTE**.
- $Ef_0 = 1$, então a DMU combina os insumos e produtos de um dado processo de produção de maneira adequada e pode ser chamada de **EFICIENTE**.

Como a eficiência é descrita inicialmente como uma razão entre *outputs* e *inputs* (equação 1), este modelo também é chamado de modelo proporcional ou modelo com retornos constantes de escala, também conhecido como modelo CRS (*constant return to scale*), ou seja, para cada unidade de entrada aumentada, há um aumento proporcional na saída.

A Figura 8 apresenta a fronteira de eficiência representada pelas DMUs eficientes (linha laranja). As unidades que não atingiram eficiência igual a 1 após a resolução do modelo DEA-CCR ficam abaixo desta borda (pontos azuis).

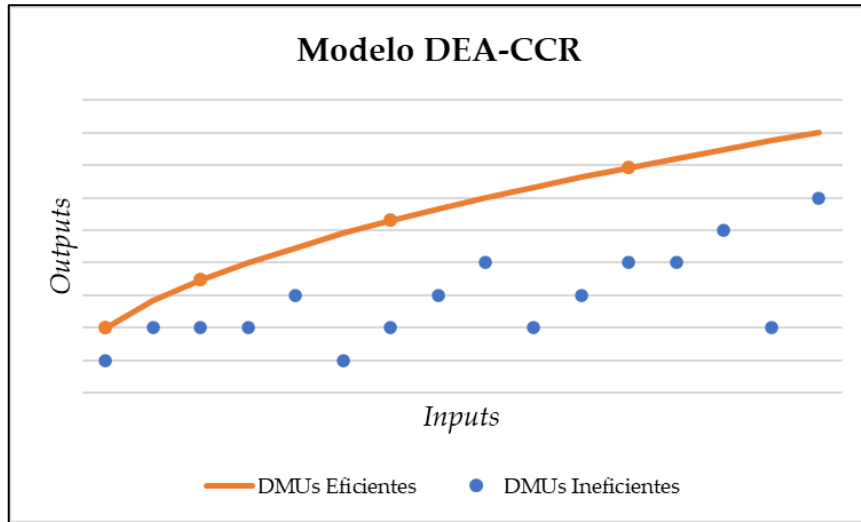


Figura 8: Representação do modelo DEA-CCR (elaborado pela autora).

Banker, Charnes e Cooper (1984) partem do pressuposto de que o modelo DEA-CCR poderia não se adaptar bem em certas situações para incluir uma correção de escala. O modelo BCC admite que os retornos não sejam constantes ao incluir uma variável livre de sinal u_0 sendo subtraída da função objetivo e do conjunto de restrições que limita a eficiência a 1. Por isso o modelo é denominado como DEA-VRS (*variable return to scale*), como demonstrado matematicamente a seguir:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max Ef_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0, \text{ sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1, \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \leq 0; \\ j = 1, \dots, n; u_r, v_i \geq 0; u_0 \text{ livre de sinal}; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m. \end{array} \right. \quad (4)$$

A análise do sinal de u_0 na equação 4 indica o retorno de escala. Para $u_0 < 0$, o retorno de escala é crescente. Com $u_0 = 0$, o retorno de escala é constante. Já quando $u_0 > 0$, o retorno de escala é decrescente.

Na Figura 9 é exibido um exemplo de retorno de escala crescente, ou em outras palavras, com u_0 negativo, para um modelo DEA-BCC.

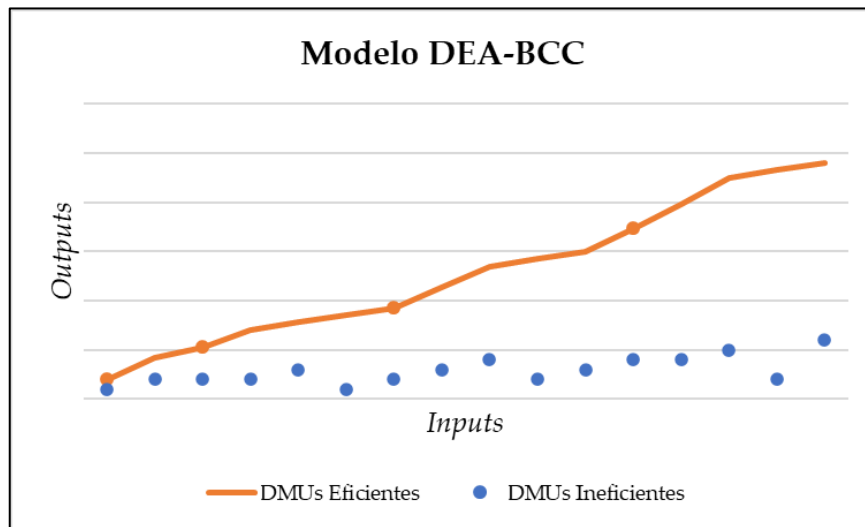


Figura 9: Representação do modelo DEA-BCC (elaborado pela autora).

Após a resolução do modelo matemático, tanto DEA-CCR, quanto DEA-BCC, é possível buscar formas de aumentar a eficiência das unidades ineficientes através de benchmarking, utilizando para isso a diferença ou folga entre os inputs/outputs de DMUs eficientes e ineficientes. Ferreira e Gomes (2020) apontam duas estratégias para isso:

- a. **Modelo DEA orientado a *inputs*:** o objetivo é manter as saídas no mesmo patamar e reduzir as entradas utilizadas (Figura 10);
- b. **Modelo DEA orientado a *outputs*:** o objetivo é manter a quantidade de insumos fixa e aumentar as saídas (Figura 11).

Na Figura 10, o objetivo é que o ponto azul se desloque horizontalmente para a esquerda, de modo que a saída se mantenha e a entrada diminua para esta DMU.

Na Figura 11, o objetivo é que o ponto azul se desloque verticalmente para cima, de modo que a entrada se mantenha e a saída aumente para esta DMU.

A utilização destas estratégias não ocorre simultaneamente nestes modelos. Além disso, a redução ou aumento dos *inputs* e *outputs* sempre ocorre de forma

proporcional. As medidas de eficiência calculadas pelo DEA-CCR e pelo DEA-BCC são chamadas de radiais.

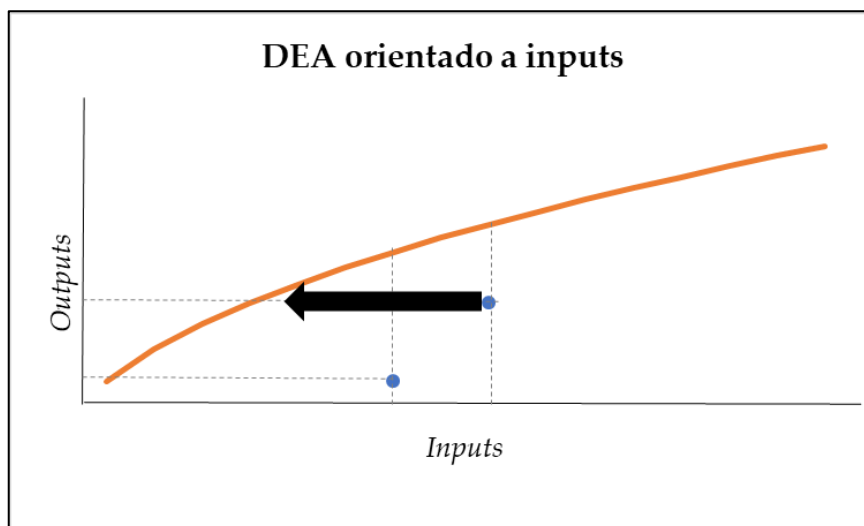


Figura 10: Modelo DEA orientado a inputs (elaborado pela autora).

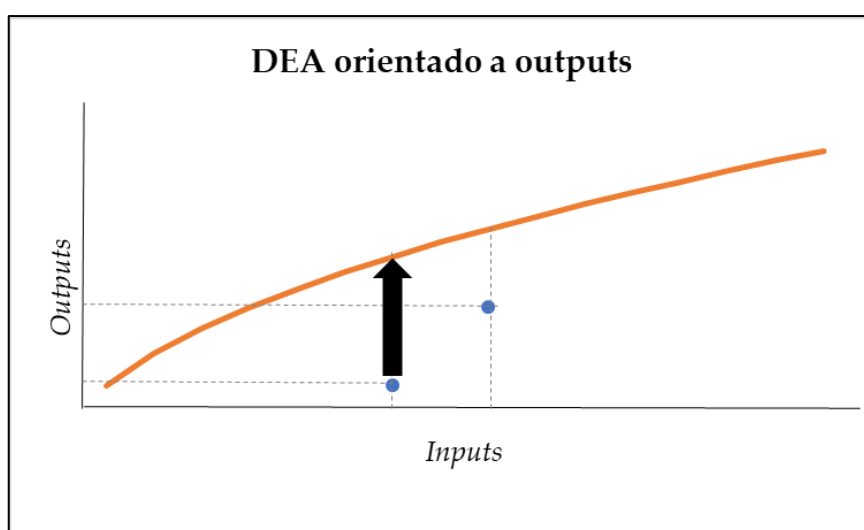


Figura 11: Modelo DEA orientado a outputs (elaborado pela autora).

Tone (2001) apresenta uma revisão sobre estes conceitos e desenvolve um novo modelo que além de alterar entradas e saídas ao mesmo tempo, sem a necessidade de fixar um dos dois para a movimentação do outro, também considera que uma DMU pode parecer eficiente, quando na verdade apresenta excesso de entradas ou déficit de

saídas. Este modelo é chamado de Medida Baseada em Folgas ou SBM (*Slacks-Based Measure*).

O DEA-SBM pode ser descrito como o produto das ineficiências do consumo e da produção. Sua base de cálculo são os excessos de consumo e as folgas na produção em relação a quantidades observadas. A partir disso, as unidades ineficientes podem ser orientadas sobre a eliminação destas folgas para chegar à eficiência (Tone, 2001).

O transporte marítimo pode ter sua eficiência avaliada de diversas maneiras. Optou-se pela utilização de um modelo DEA com dois estágios. No modelo de dois estágios, também conhecido como modelo em rede, as saídas do primeiro estágio são as entradas do segundo.

Isso ocorre porque além das entradas e saídas principais, cada subprocesso da DMU possui suas próprias entradas e saídas. A abertura da DMU principal, também chamada de caixa preta, ajuda o pesquisador a analisar as ineficiências do subprocesso e, portanto, a identificar a origem da ineficiência da DMU principal (Erturan; Merdivenci, 2021).

No primeiro estágio desta dissertação foi avaliada a eficiência operacional do transporte marítimo das economias mundiais. Neste trabalho a eficiência operacional é compreendida como a capacidade dos países de transformar seus recursos em movimentação de mercadorias.

No segundo estágio foi avaliada a eficiência econômica do transporte marítimo das economias mundiais. Neste caso, compreende-se que a eficiência econômica é a capacidade dos países de transformar a movimentação de mercadorias em retorno financeiro.

Podem ser destacados três grupos de variáveis para representar o modelo proposto, conforme mostrado na Figura 12. Esses grupos podem ser descritos como:

- **Grupo 1:** variáveis de entrada da eficiência operacional para cada DMU i (X_a);

- **Grupo 2:** variáveis de saída da eficiência operacional para cada DMU i / variáveis de entrada da eficiência econômica para cada DMU i (Y_b);
- **Grupo 3:** variáveis de entrada da eficiência econômica para cada DMU i (Z_c).

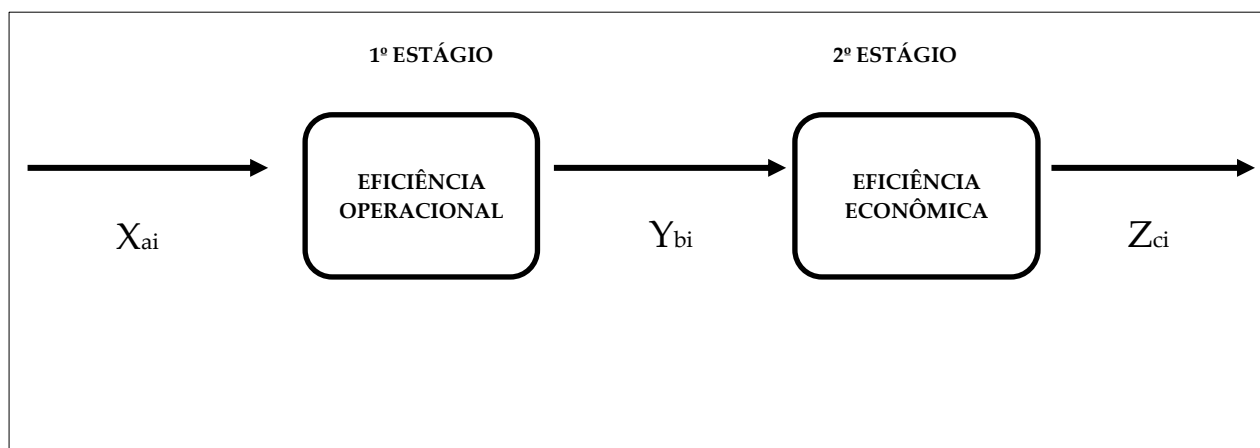


Figura 12: Modelo DEA proposto com 2 estágios (elaborado pela autora).

3.2.2. ESCOLHA DAS VARIÁVEIS

Conforme mostrado no capítulo 2, a UNCTAD (1976) sugere indicadores de desempenho tanto para eficiência operacional, quanto para eficiência econômica. No entanto, estes indicadores são utilizados particularmente em unidades portuárias como DMU.

Para representar a eficiência do transporte marítimo de economias mundiais foram selecionadas alternativas que mantivessem a mesma essência e relevância dos indicadores propostos. As variáveis e suas definições são elencadas a seguir:

- **X_1 - Relação costa/área (m/km^2):** Relação entre o comprimento da costa e a área terrestre de um país.;
- **X_2 - Número de portos (unidades):** Quantidade de portos de um país com movimentação monitorada;
- **Y_1 - Taxa de transferência de contêineres (TEU):** Volume anual de contêineres que passa pelos portos de um país;

- **Y₂ - Tempo médio de atracação no porto (dias):** Tempo de escala dos navios porta-contêineres em um porto, excluindo o tempo de espera no ancoradouro;
- **Z₁ - Mercadorias comercializadas (Milhões US\$):** Soma dos valores monetários importados e exportados por um país.

A partir da escolha das variáveis é possível representar o modelo completo por meio da Figura 13.

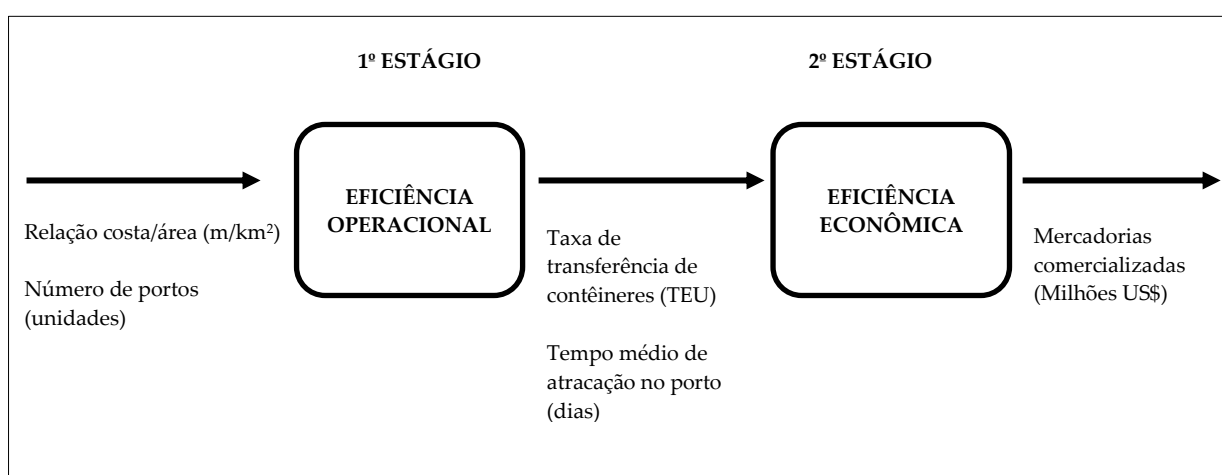


Figura 13: Modelo DEA de eficiência no transporte marítimo com 5 variáveis (elaborado pela autora).

Wang e Cullinane (2006) discutem que as variáveis de entrada e saída devem refletir os objetivos reais e o processo de produção com a maior precisão possível. Os objetivos de um porto são cruciais para a definição de variáveis para medição de eficiência. Por exemplo, é mais provável que um porto utilize equipamento caro e de última geração para melhorar a sua produtividade se o seu propósito for maximizar o rendimento da carga. Por outro lado, um porto pode estar mais disposto a utilizar equipamentos mais baratos se a sua intenção for maximizar os lucros.

As variáveis de entrada geralmente estão relacionadas com os fatores de produção: terra, trabalho e capital. No caso da eficiência portuária estes fatores podem ser representados pela área do terminal, pelo número de trabalhadores e pela quantidade de equipamentos (berços, guindastes, rebocadores), respectivamente. Outras variáveis também podem ser selecionadas, conforme mostra a Tabela 3.

A relação costa/área representa o fator de produção terra e associa a costa terrestre de um país à sua área. Um litoral extenso permite a instalação de mais portos, mas seria injusto comparar países com dimensões diversas, assim, optou-se pela utilização da relação entre as duas medidas.

Área terrestre refere-se à área total de um país excluindo a área sob corpos de água interiores. Ela difere da área do país, que inclui a área sob corpos de água interiores, mas exclui águas territoriais offshore. O comprimento do litoral foi obtido com base em dados calculados em 2000 do banco de dados *World Vector Shoreline* na escala 1:250.000 (UNCTAD, 2024).

O número de portos representa o fator de produção capital e retrata a quantidade de portos com operações monitoradas pelo site *Marine Traffic* em diferentes países. Ter um litoral extenso não significa necessariamente que há mais investimento em instalações portuárias. Por isso, esta variável mensura a infraestrutura dos países em relação ao transporte marítimo.

As variáveis de saída do primeiro estágio estão relacionadas com eficiência operacional. Neste caso, o intuito é compreender quais produtos/serviços do transporte marítimo podem ser obtidos de maneira eficiente a partir do consumo dos fatores de produção considerados. Como mencionado anteriormente a UNCTAD sugere algumas medidas possíveis, entre elas: tonelagem por navio e tempo de serviço.

A taxa de transferência de contêineres é uma medida para compreender como as variáveis de entrada são utilizadas para realizar a movimentação de cargas contentorizadas de um país através do transporte marítimo. Representa o volume anual de contêineres que passa pelos portos e um país.

O tempo médio de atracação no porto é o tempo efetivo de serviço (carga/descarga) de um navio. Essa variável mede o tempo de escala dos navios porta-contêineres em um porto, excluindo o tempo de espera no ancoradouro.

Já a variável de saída do segundo estágio está relacionada com a eficiência econômica, ou seja, a capacidade do país de transformar os produtos/serviços do processo de transporte marítimo em ganhos monetários.

O retorno financeiro obtido com a comercialização de mercadorias é a variável que representa a soma dos valores monetários importados e exportados por um país. É uma analogia à receita utilizada no caso da eficiência portuária.

Todas essas variáveis compõem o modelo de dois estágios para o cálculo da eficiência do transporte marítimo das economias mundiais.

3.2.3. COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foram utilizadas bases de órgãos confiáveis como a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, o provedor de análises marítimas MarineTraffic e o Banco Mundial.

O número de DMU depende da disponibilidade de todos os dados. Países com informações incompletas não fazem parte da amostra considerada.

A tabela 6 resume as informações sobre as etapas de escolha do modelo, escolha das variáveis e coleta de dados.

Tabela 6: Descrição das variáveis do modelo DEA (elaborado pela autora).

Código da variável	Nome da variável	Descrição	Fonte dos dados
X1	Relação costa/área (m/km ²)	Relação entre o comprimento da costa e a área terrestre de um país.	UNCTAD STAT
X2	Número de portos (unidades)	Quantidade de portos de um país com movimentação monitorada.	MARINE TRAFFIC
Y1	Taxa de transferência de contêineres (TEU)	Volume anual de contêineres que passa pelos portos de um país.	UNCTAD STAT
Y2	Tempo médio de atracação no porto (dias)	Tempo de escala dos navios porta-contêineres em um porto, excluindo o tempo de espera no ancoradouro.	BANCO MUNDIAL
Z1	Mercadorias comercializadas (Milhões US\$)	Soma dos valores monetários importados e exportados por um país.	UNCTAD STAT

3.2.4. CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

As eficiências operacional e econômica foram calculadas através da análise envoltória de dados com o auxílio do software PIM-DEA.

Cada uma das unidades de tomada de decisão, ou seja, cada nação possui características diferentes, seja em tamanho, tipo de tecnologia empregada, geração de empregos no transporte marítimo de mercadorias, entre outras. Portanto, os retornos de escala são variáveis, levando a aplicação do DEA-VRS.

É muito difícil e custoso alterar as variáveis de entrada, X_1 e X_2 , em cada uma das DMU. Isso significa que a eficiência no transporte marítimo depende da elevação do número de saídas. Ou seja, o modelo DEA deve ser orientado aos *outputs*.

A utilização do DEA-VRS orientado à *outputs* deu origem à dois conjuntos de dados: a eficiência operacional de cada DMU e a eficiência econômica de cada DMU.

3.2.5. REPRESENTAÇÃO CARTESIANA DA EFICIÊNCIA

As eficiências operacional e econômica relativas encontradas foram analisadas em relação à estatística descritiva e outros pontos importantes. Para complementar a análise optou-se pela avaliação conjunta dos dados através de uma representação cartesiana.

Cada DMU foi representada pelo par ordenado eficiência operacional e eficiência econômica, respectivamente. Logo, no plano cartesiano, o eixo das abcissas corresponde à eficiência operacional e o eixo das ordenadas à eficiência econômica.

As médias das eficiências relativas calculadas também são retratadas no sistema de coordenadas. A intersecção dessas duas retas é o ponto de origem para a divisão do esquema em 4 grupos ou quadrantes:

- **Q1:** países com eficiência operacional relativa e eficiência econômica relativa acima de suas respectivas médias para o conjunto;
- **Q2:** países com eficiência operacional relativa abaixo de sua média para o conjunto e eficiência econômica relativa acima de sua média para o conjunto;
- **Q3:** países com eficiência operacional relativa e eficiência econômica relativa abaixo de suas respectivas médias para o conjunto;

- **Q4:** países com eficiência operacional relativa acima de sua média para o conjunto e eficiência econômica relativa abaixo de sua média para o conjunto.



Figura 14: Representação cartesiana da eficiência no transporte marítimo (elaborado pela autora).

Os grupos formados, conforme mostra a Figura 14, foram analisados separadamente.

3.2.6. ANÁLISE DOS QUADRANTES DO PLANO CARTESIANO

Os quadrantes formados a partir do cálculo das eficiências relativas foram caracterizados a partir da discussão das principais estatísticas descritivas.

Informações sobre a gestão portuária destes países foram levantadas para explicar a eficiência operacional. Do mesmo modo, a participação em acordos comerciais e a situação e perspectivas econômicas mundiais elucidaram pontos em relação à eficiência econômica.

Situações especiais referentes à eficiência dos países também foram abordadas neste ponto do trabalho, que conclui a primeira das duas grandes fases dessa dissertação.

3.3. EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E LPI

Após a análise da eficiência no transporte marítimo, esta pesquisa de mestrado entra em sua segunda grande fase: a compreensão da relação entre a eficiência no transporte marítimo e o LPI.

1. Determinação das variáveis explicativas relevantes;
2. Análise de multicolinearidade;
3. Ajuste do modelo;
4. Análise de sensibilidade do modelo;
5. Compreensão da relação entre a eficiência no transporte marítimo e o LPI.

Além do resumo mostrado na Figura 15, cada uma das etapas é detalhada ainda neste capítulo.

1. Determinação das variáveis explicativas relevantes:	• Calcular quais componentes do LPI são significativas estatisticamente para explicar a eficiência no transporte marítimo.
2. Análise de multicolinearidade:	• Verificar se existe correlação entre os componentes da LPI (variáveis independentes).
3. Ajuste do modelo:	• Calcular o poder explicativo do modelo (teste Hosmer-Lemeshow).
4. Análise de sensibilidade do modelo:	• Avaliar a capacidade do modelo de prever a eficiência com base nos componentes relevantes do LPI.
5. Compreensão da relação entre eficiência no transporte marítimo e LPI:	• Analisar a relação entre a eficiência no transporte marítimo e o LPI.

Figura 15: Etapas da segunda parte da pesquisa (elaborado pela autora).

3.3.1. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS RELEVANTES

Os métodos de regressão podem descrever estatisticamente a relação entre uma variável de resultado (dependente ou resposta) e um conjunto de variáveis independentes (preditoras ou explicativas).

De acordo com Hosmer, Lemeshow e Sturdivant (2013), o modelo de regressão linear usual, onde a variável de resultado é assumida como contínua, é o mais conhecido. Porém, muitas vezes a variável resultado é discreta, assumindo dois ou mais valores possíveis. O modelo de regressão logística é o modelo de regressão mais utilizado para a análise destes dados.

O que distingue um modelo de regressão logística do modelo de regressão linear é que a variável resultado na regressão logística é binária ou dicotômica. Esta diferença entre regressão logística e linear reflete-se tanto na forma do modelo como nos seus pressupostos (Hosmer; Lemeshow; Sturdivant, 2013).

Gujarati e Porter (2011) descrevem o modelo através da função de distribuição logística (acumulada):

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}} = \frac{e^z}{1 + e^z}$$

Com, $z_i = \alpha + \beta_i x_i$

Onde:

P_i = probabilidade de que o evento ocorra para o i-ésimo fator;

α = constante;

β_i = coeficiente das variáveis independentes;

x_i = variáveis independentes.

Pacagnella *et al.* (2019) destacam que algumas condições precisam ser atendidas para que a regressão logística possa ser empregada: variável dependente dicotômica, inclusão de todas as variáveis relevantes no modelo, ausência de multicolinearidade e ajuste adequado do modelo.

A variável dependente deste modelo é a eficiência do transporte marítimo que assume valores dicotômicos ao representar países como: eficientes ou ineficientes.

As variáveis independentes são os componentes ou indicadores do LPI que se relacionam com o transporte marítimo, tanto os provenientes do questionário aplicado aos profissionais de logística, quanto àqueles que foram obtidos através da abordagem de análise de dados do Banco Mundial, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Variáveis independentes do modelo de regressão logística (elaborado pela autora).

Componentes do LPI (Questionários)	Componentes do LPI (Análise de Dados)
Alfândega	Número de serviços
Infraestrutura	Número de alianças
Remessas internacionais	Número de conexões internacionais
Qualidade dos serviços	Tempo de permanência consolidado - importação
Pontualidade	Tempo de permanência no porto - importação
Rastreamento	Tempo de permanência consolidado - exportação
	Tempo de permanência no porto - exportação

Vale ressaltar que a variável tempo médio de atracação no porto foi excluída, visto que já foi utilizada para o cálculo da eficiência do transporte marítimo. Além disso, variáveis que se relacionam com outros modais de transporte também foram desconsideradas.

A regressão logística prevê que sejam mantidas apenas as variáveis independentes relevantes no modelo. O *software* IBM-SPSS calcula a significância estatística de cada uma delas. Foram consideradas explicativas e mantidas no modelo as componentes do LPI com discrepância menor que 10%.

3.3.2. ANÁLISE DE MULTICOLINEARIDADE

Segundo Gujarati e Porter (2011), o termo multicolinearidade significa a existência de uma relação linear entre algumas ou todas as variáveis independentes do modelo de regressão. Quando essa relação é muito forte, ou seja, existe a multicolinearidade, a obtenção de estimativas dos coeficientes de regressão das variáveis X é dificultada. Além disso, possuirão grandes erros padrão (em relação aos próprios coeficientes), o que significa que os coeficientes não podem ser estimados com grande precisão ou exatidão.

García *et al.* (2015) apontam que uma medida amplamente aplicada para analisar o problema da colinearidade é o fator de inflação da variância (VIF, do inglês *Variance Inflation Factor*). Valores menores que 4 para o VIF indicam que não há multicolinearidade. O fator de inflação de variância foi calculado com o auxílio do *software* IBM-SPSS.

3.3.3. AJUSTE DO MODELO

O ajuste adequado do modelo garante que ele seja válido para representar a realidade. De acordo com Pacagnella *et al.* (2019), o teste de Hosmer e Lemeshow avalia a hipótese nula de que não há diferenças significativas entre as classificações previstas e as observadas.

Hosmer, Lemeshow e Sturdivant (2013) explicam que este indicador corresponde a um teste do qui-quadrado que divide o número de observações em cerca de dez classes e, em seguida, faz a comparação das frequências. Níveis de significância de 5% indicam a acuracidade do modelo em produzir estimativas confiáveis. O teste de Hosmer e Lemeshow também pode ser calculado com auxílio do programa de computador IBM-SPSS.

3.3.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO MODELO

Uma maneira intuitivamente atraente de resumir os resultados de um modelo de regressão logística ajustado é por meio de uma tabela de classificação. Esta tabela é o resultado da classificação cruzada com uma variável dicotômica cujos valores são derivados das probabilidades logísticas estimadas. Nesta aplicação, os coeficientes produzidos pelo modelo são utilizados para prever o resultado (de forma binária) e não para estimar a probabilidade do evento (Hosmer; Lemeshow; Sturdivant, 2013-).

O programa de computador IBM-SPSS fornece a tabela de classificação que analisa a sensibilidade do modelo, através da porcentagem de acertos quanto ao uso de variáveis independentes (componentes do LPI) como estimadores do status da variável dependente (eficiência). Isto significa que a regressão irá retornar uma comparação entre valores observados e valores previstos da quantidade de países eficientes e ineficientes, através dos coeficientes estimados para as componentes explicativas do LPI.

3.3.5. RELAÇÃO ENTRE EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E LPI

Após o cálculo das eficiências relativas no transporte marítimo e de determinar quais componentes da LPI podem ser conectadas à eficiência operacional e econômica, os resultados foram analisados de forma a fornecer insumos aos países sobre como aumentar o desempenho de suas atividades no comércio internacional de mercadorias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos são exibidos nesta seção. Eles foram divididos entre os cálculos de eficiência relativa, a observação de um caso particular destas eficiências e a relação dos dados de eficiência obtidos com o índice de performance logística.

4.1. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO

A análise da eficiência no transporte marítimo foi calculada a partir da proposta de um modelo DEA com 2 estágios. A eficiência foi dividida em duas componentes: operacional e econômica. Dessa forma, foi possível avaliar a transformação de fatores de produção de terra (relação costa/área terrestre) e de capital (número de portos) em movimentação de mercadorias (taxa de transferência de contêineres e tempo médio de atracação), assim como a transformação dessa movimentação de mercadorias em retorno financeiro (mercadorias comercializadas), respectivamente.

A coleta de dados foi realizada nas fontes mencionadas no capítulo 3 e correspondem ao transporte marítimo realizado no ano de 2022. Após a exclusão de dados faltantes, 98 economias foram selecionadas como as unidades de tomada de decisão do modelo DEA, conforme mostra o Quadro 1 disponível no Apêndice A.

Os dados coletados podem ser sintetizados através do uso de estatística descritiva, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Estatística descritiva dos dados (elaborado pela autora).

Código da variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
X1	0,30	1.122,70	15,25	82,25	180,73
X2	2,00	1.351,00	35,50	154,49	272,56
Y1	22.117,00	262.605.700,00	1.685.447,00	7.658.135,32	26.971.612,09
Y2	0,40	6,20	1,25	1,43	0,95
Z1	627,00	6.309.674,00	103.584,00	397.010,28	804.751,92

As eficiências operacional e econômica de cada uma das DMU foi calculada com o auxílio do *software* PIM-DEA, considerando retorno variável de escala e orientação para os *outputs*.

O modelo matemático utilizado pelo software já foi descrito pela Equação 4 no capítulo 3. Os cálculos das eficiências relativas operacional e econômica são feitos

separadamente, a partir do mesmo modelo matemático. A função objetivo e suas restrições são apresentadas novamente a seguir:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max Ef_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0, \text{ sujeito a} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1, \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \leq 0; \\ j = 1, \dots, n; u_r, v_i \geq 0; u_0 \text{ livre de sinal}; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m. \end{array} \right. \quad (4)$$

Ef_0 = eficiência da unidade 0;

u_r = peso r da saída y_{r0} ;

y_{r0} = saída r para a unidade 0;

v_i = peso i da entrada x_{i0} ;

x_{i0} = entrada i para a unidade 0;

com $r = 1, \dots, s$ e $i = 1, \dots, m$.

Os pesos das entradas e das saídas para cada unidade são atribuídos pelo próprio modelo e calculados através do software, de modo que a resposta à função objetivo seja otimizada.

Para cada uma das 98 unidades ou economias mundiais foi atribuído um valor de eficiência relativa operacional e um valor de eficiência relativa econômica. Estas eficiências variam de 0% a 100%. As unidades que atingiram valores máximos para alguma das duas eficiências pode ser tomada como uma referência para as demais, pois o cálculo é relativo e corresponde apenas ao modelo, à amostra e aos dados examinados neste trabalho, não podendo ser extrapolado para outros contextos.

A eficiência operacional relativa média obtida foi de 22,76%. Entre as economias examinadas, 25 obtiveram eficiência operacional relativa acima desta média e as outras 73 ficaram abaixo.

A eficiência econômica relativa média obtida foi de 34,34%. Ficaram com eficiência econômica relativa acima deste valor 30 países, os outros 68 ficaram abaixo.

Vale ressaltar que as eficiências calculadas, tanto operacional quanto econômica, são relativas. Isto significa que só podem ser analisadas comparativamente dentro desta amostra selecionada e a partir deste modelo de eficiência.

A eficiência no transporte marítimo pode ser representada em um plano cartesiano a partir de sua decomposição em eficiência operacional e eficiência financeira para cada DMU, como demonstrado na Figura 16.

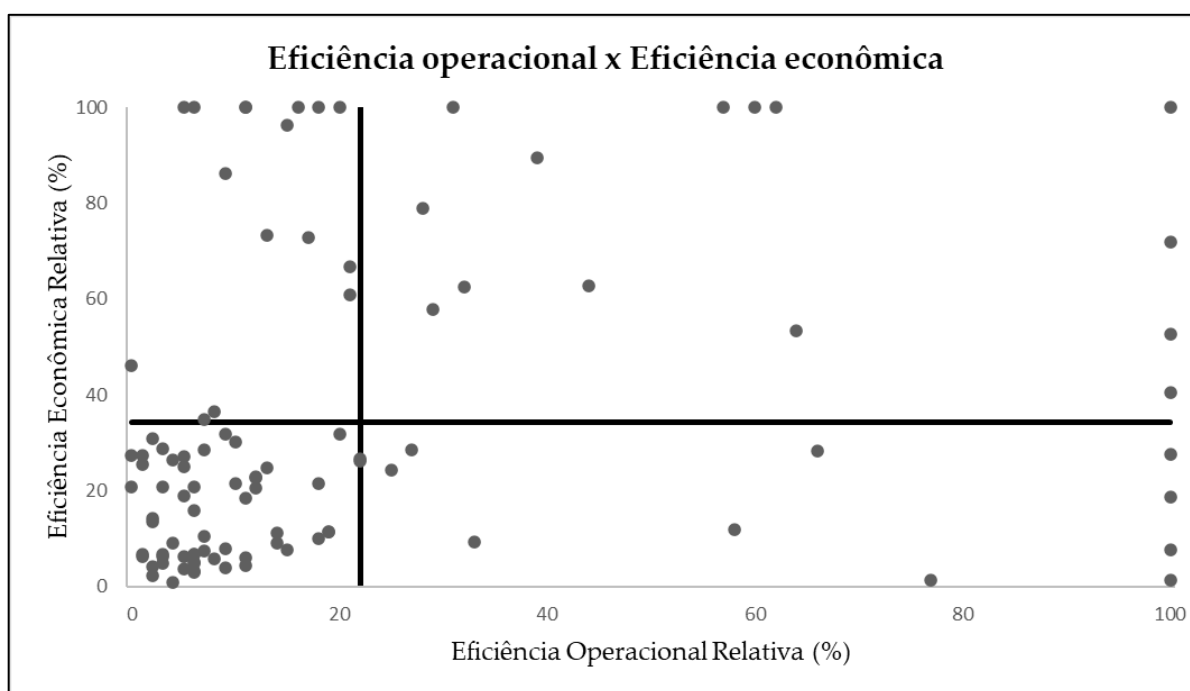


Figura 16: Representação cartesiana da eficiência no transporte marítimo (elaborado pela autora).

O eixo horizontal representa a eficiência operacional obtida através da análise envoltória de dados, enquanto o eixo vertical representa a eficiência econômica. Foram adicionadas duas retas para indicação dos valores médios obtidos para cada tipo de eficiência calculada. Esta representação gráfica permite o agrupamento dos países em 4 quadrantes distintos:

- **Q1:** países com eficiência operacional relativa e eficiência econômica relativa acima de suas respectivas médias para o conjunto;

- **Q2:** países com eficiência operacional relativa abaixo de sua média para o conjunto e eficiência econômica relativa acima de sua média para o conjunto;
- **Q3:** países com eficiência operacional relativa e eficiência econômica relativa abaixo de suas respectivas médias para o conjunto;
- **Q4:** países com eficiência operacional relativa acima de sua média para o conjunto e eficiência econômica relativa abaixo de sua média para o conjunto.

Cada um destes grupos foi avaliado de maneira detalhada, afim de identificar características que possam explicar o nível de eficiência do transporte marítimo desses países.

4.1.1. QUADRANTE Q1

O quadrante Q1 é formado por 14 países com eficiência relativa acima da média tanto na forma operacional, quanto na econômica.

Esta amostra apresenta uma relação entre a extensão costeira e a área terrestre menor que a apresentada na população de 98 países, em média, 51,11 m/km² contra 82,25 m/km², como mostra a Tabela 9. A mediana menor que a média indica uma assimetria dos dados, com os valores maiores mais distantes do centro do que os valores menores. Com o número médio de portos, o comportamento dos dados é similar: 50,43 em Q1 e 154,49 para todos os países, com mediana menor que a média.

Tabela 9: Estatísticas descritivas em Q1 (elaborado pela autora).

Código da variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
X1	0,97	373,30	22,25	51,11	98,47
X2	2,00	282,00	22,50	50,43	74,58
Y1	692.000,00	262.605.700,00	7.853.564,50	30.288.739,36	67.976.209,26
Y2	0,40	2,90	1,05	1,14	0,61
Z1	4.109,00	6.309.674,00	128.109,00	823.326,07	1.645.865,06

No caso da taxa de transferência de contêineres e do montante de mercadorias comercializadas, os valores médios do conjunto são maiores do que os valores médios do universo estudado. Ainda assim, a mediana aponta o deslocamento dos dados para os números máximos.

Tabela 10: Eficiências Operacional e Econômica em Q1 (elaborado pela autora).

Economia/DMU	Eficiência Operacional Relativa (%)	Eficiência Econômica Relativa (%)
Bangladesh	60,17	100,00
China	100,00	100,00
Coreia do Sul	32,42	62,45
Djibouti	100,00	40,50
Emirados Árabes Unidos	29,70	57,76
Guatemala	28,74	79,03
Malásia	31,43	100,00
Marrocos	100,00	72,03
Paquistão	39,44	89,50
Quênia	62,12	100,00
Singapura	100,00	52,70
Sri Lanka	57,74	100,00
Togo	64,81	53,32
Vietnã	44,37	62,74

Para além das estatísticas descritivas, é possível notar na Tabela 10 que 3 países são eficientes operacionalmente e ineficientes economicamente (Djibouti, Marrocos e Singapura), enquanto outros 4 países são eficientes economicamente e ineficientes operacionalmente (Bangladesh, Malásia, Quênia e Sri Lanka). Um caso peculiar ocorre na China, país relativamente 100% eficiente nas duas medidas e, que será examinado em particular mais adiante.

Para avaliar a eficiência operacional é válido entender a distribuição dos portos nestes países, assim como o funcionamento de suas operações. Isto porque elas podem explicar como os países utilizam os recursos disponíveis para efetivar a comercialização de mercadorias.

De acordo com a *Lloyd's List* (2023), 39 dos 100 maiores portos em movimentação de cargas em contêineres no ano de 2022 estão instalados nos países que compõem este primeiro quadrante:

- **Bangladesh:** Porto de Chittagong;
- **China:** Portos de Shanghai, de Ningbo-Zhoushan, de Shenzhen, de Guangzhou, de Qingdao, de Tiajin, de Hong Kong, de Xiamen, de Taicang, de Yingkou, de Rizhao, de Lianyungang, de Qinzhou, de Dalian, de Yantai, de Dongguan, de Fuzhou, de Tangshan, de Nanjing, de Jiaxing, de Nantong, de Haikou, de Quanzhou e de Jinzhou;
- **Coreia do Sul:** Portos de Busan, de Incheon e de Yeosu Gwangyang;
- **Emirados Árabes Unidos:** Portos de Dubai e de Abu Dhabi;
- **Malásia:** Porto de Klang e de Tanjung Pelepas;
- **Marrocos:** Porto de Tanger Med;
- **Singapura:** Porto de Singapura;
- **Sri Lanka:** Porto de Colombo;
- **Togo:** Porto de Lomé;
- **Vietnã:** Porto de Ho Chi Minh City, de Hai Phong e de Cai Mep.

Juntos, esses portos movimentaram aproximadamente 419.369.842 TEU, o que equivale a mais de 60% das operações feitas pelos 100 maiores portos do mundo, segundo a *Lloyd's List* (2023).

Em um modelo DEA orientado para as saídas, no qual a soma de contêineres mobilizados é um produto da eficiência operacional, faz sentido que neste primeiro quadrante se concentrem países com operações portuárias abundantes. Do mesmo modo, um tempo médio de atracação baixo também contribui para que estes países tenham altas eficiências operacionais.

Ainda sobre a eficiência operacional deste quadrante, merecem destaque Djibouti, Marrocos e Singapura, países que podem ser utilizados como referências.

Djibouti é um país localizado na África Oriental, com cerca de 1,1 milhão de habitantes e extensão territorial de 23.200,0 km². O país estabeleceu um perfil internacional pacífico através de uma política de neutralidade estrita nos assuntos regionais e ocupa uma localização geográfica estratégica sendo importante local de navegação para mercadorias que entram e saem da África Oriental além da Europa, o Oriente Médio e a Ásia (IBGE, 2024).

Embora nenhum porto djiboutiano figure entre os maiores do mundo, o país é bastante representativo em termos de desenvolvimento econômico e comercial regionalmente. De acordo com Xu (2017), o Djibouti está na rota marítima da seda e é um dos principais canais de exportação de petróleo e de gás natural do mundo. Além disso, funciona como o principal ponto de transbordo dos países não litorâneos do continente, entre eles a Etiópia, que tem a maior população entre os países interiores e uma constante relevância na indústria, na agricultura e nos serviços. Também presta serviços a todo o Mercado Comum da África Oriental e Austral (COMESA), que liga aproximadamente 19 países e 380 milhões de pessoas.

Para Aden (2019) o sucesso das operações em Djibouti estão relacionadas à segurança e confiabilidade que o país oferece por abrigar bases militares de diversos países, à criação de uma zona de livre comércio (*Djibouti International Free Trade Zone – DIFTZ*) que gerou emprego e renda para grande parte da população, além de oferecer serviços rápidos, eficazes e baratos e, por fim ao investimento estrangeiro em infraestrutura, principalmente no acesso interior através de rodovias e ferrovias, na modernização das instalações portuárias e na disponibilidade de novas tecnologias.

O Marrocos é um país do Norte da África com população de mais de 37,4 milhões de pessoas, distribuídas em 446.550,0 km² de área territorial. Sua maior cidade é Casablanca, um centro industrial e comercial. Embora o país esteja rapidamente se modernizando e desfrutando de um padrão de vida em ascensão, ele mantém muito de sua arquitetura antiga e de seus costumes tradicionais (IBGE, 2024).

Além do Porto de Tanger Med mencionado anteriormente como um dos maiores do mundo em volume de movimentações, Birafane, Liu e Khalikov (2020)

ressaltam que o Marrocos possui outros portos que desempenham papel necessário na economia local, seja como ponto de escoamento de petróleo para a refinaria marroquina Samir, como ponto de transbordo de contentores entre os continentes africano e europeu, ou ainda, como portos centrados em mercadorias. O país está investindo significativamente nas suas infraestruturas portuárias, uma vez que cerca de 98% do comércio externo de Marrocos ocorre atualmente através de portos e o tráfego marítimo com os seus parceiros econômicos está numa trajetória ascendente (Birafane; Abdi, 2019).

Um estudo de eficiência realizado por Birafane e Abdi (2019) em 8 portos marroquinos concluiu que os grandes portos não são necessariamente os mais eficientes e que fatores como comprimento do cais, área do terminal, número de equipamentos, desempenho da força de trabalho e o tempo de processamento das formalidades de importação e exportação são determinantes para um desempenho satisfatório nas operações.

Singapura, que fica no Sudeste da Ásia, conta com 728,0 km² de superfície territorial e mais de 5,6 milhões de habitantes. Singapura se tornou um dos países mais prósperos do mundo, com fortes laços comerciais internacionais (seu porto é um dos mais movimentados do mundo) e com PIB per capita igual ao das principais nações da Europa Ocidental (IBGE, 2024).

De acordo com Nguyen *et al.* (2020), o Porto de Singapura concentra a maior parte das operações de transbordo de contentores do sudeste asiático, em grande parte porque sua localização geográfica oferece uma vantagem sobre outros portos para fluxos de pêndulo Oceano Pacífico/Índico e transbordo regional. No entanto, está ocorrendo um movimento de descentralização por conta do investimento em infraestrutura de outros portos regionais.

Muitos dos grandes portos de contentores do mundo já não se concentram apenas na melhoria do rendimento da transferência de contêineres, mas também investem no domínio dos serviços de apoio ao transporte marítimo e serviços auxiliares para navios como o porto de Singapura (Pham; Park; Choi, 2021).

Djibouti, Marrocos e Singapura são exemplos de países que utilizam as demandas regionais como argumento para investimento em instalações portuárias e que conseguem extrair excelentes resultados de eficiência operacional.

Quanto à eficiência econômica, entende-se que a participação em blocos e zonas de livre comércio facilitam a transformação das mercadorias em retornos monetários de forma eficiente. A localização geográfica também pode impactar nos acordos estabelecidos entre os países.

Grande parte dos países deste grupo, cerca de 64%, está localizada no continente asiático, maior e mais populosa região do mundo. Essa localidade conta com diversos blocos comerciais que contribuem para uma intensa troca de mercadorias. Alguns exemplos são: Cooperação Econômica da Ásia-Pacífico (APEC), Reunião Econômica Ásia-Europa, Associação de Países do Sudeste Asiático (ASEAN), Acordos de Estreitamento das Relações Econômicas e Comerciais (da China com Hong Kong e com Macau), Comunidade de Estados Independentes (CEI) e Associação Sul-asiática para Cooperação Regional (SAARC).

Anualmente o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UN DESA, do inglês, *United Nations Department of Economic and Social Affairs*) publica um relatório sobre a situação econômica mundial, que divide os países em 4 categorias: economias desenvolvidas, economias em transição, economias em desenvolvimento e economias menos desenvolvidas.

De acordo com a UN DESA (2023), os dados referentes ao ano de 2022 indicam que todos os países do Quadrante Q1 são classificados como economias em desenvolvimento. Ainda que grande parte desses países tenham sofrido com altas taxas de juros e inflação nos últimos anos, os preços de exportação favoráveis beneficiam a comercializam de matéria-prima. Outra característica desse grupo é a exportação para atender à demanda reprimida durante a pandemia de covid19 e às novas relações comerciais estabelecidas por conta do conflito entre Rússia e Ucrânia.

Para complementar a análise sobre a eficiência econômica deste quadrante é fundamental evidenciar as características de Bangladesh, Malásia, Quênia e Sri Lanka.

Bangladesh é um país do Sul da Ásia com 147.570,0 km² de superfície territorial e mais de 171,1 milhões de habitantes. Com a ajuda da assistência internacional ao desenvolvimento, Bangladesh reduziu a taxa de pobreza de mais da metade da população para menos de um terço, alcançou os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio para a saúde materno-infantil e fez grandes progressos na segurança alimentar desde a sua independência. A economia cresceu a uma média anual de cerca de 6% nas últimas duas décadas (IBGE, 2024).

Munim *et al.* (2014) relatam que Bangladesh é um líder global na exportação de roupas e usa seu maior porto marítimo, a Autoridade Portuária de Chittagong (CPA), para se conectar ao mundo inteiro. Além do vestuário, os principais itens de exportação de Bangladesh incluem artigos de couro, juta, chá e alimentos congelados. Por outro lado, Bangladesh importa bens eletrônicos e automotivos, bens de consumo, produtos químicos e outros de muitos outros países, mas principalmente da China, Japão e Índia.

Chittagong é o único porto marítimo do país. Desempenhou um papel fundamental ao girar a roda da economia de Bangladesh desde o nascimento da nação. Mais de 8.000 pessoas são empregadas diretamente pelo próprio porto. A cidade de Chittagong tornou-se o centro comercial de Bangladesh devido à presença deste porto (Monir, 2017).

Do ponto de vista do desempenho operacional, o prazo de entrega dos navios deveria ser reduzido e a capacidade deveria ser aumentada para atender à demanda crescente. Além disso, a necessidade de equipamento modernizado e de rotas para o mar profundo não pode ser ignorada. Do ponto de vista do desempenho financeiro, o CPA tem um desempenho bastante bom na geração de lucros, mas a liquidez e a estrutura de capital estão expostas a riscos financeiros mais elevados (Munim *et al.*, 2014).

A Malásia está localizada no Sudeste Asiático, com sua população de quase 34,0 milhões de habitantes e área territorial de 330.241,0 km², composta por duas regiões não contíguas: a Malásia Peninsular, também chamada Malásia Ocidental, que se

encontra na Península Malaia, e a Malásia Oriental, que fica na ilha de Bornéu (IBGE, 2024).

O desenvolvimento dos portos marítimos da Malásia foi significativamente influenciado por três forças: aumento da utilização de contentores, crescimento significativo das atividades econômicas internas (fortalecimento dos portos secos) e padrões em mudança constante nas cadeias de oferta e procura, que levaram ao aumento das atividades de transbordo e à alteração das rotas marítimas (JEEVAN *et al.*, 2015).

De acordo com Jeevan, Chen e Cahoon (2017), a introdução de portos secos nas redes de transporte facilita o comércio, permite a distribuição de contentores entre modos de transporte e garante uma utilização ótima das redes. Eles sugerem que 12 fatores possuem importância significativa para as operações do porto seco da Malásia, incluindo a necessidade de partilha de informação suficiente, a previsão precisa de frete, o desembarço aduaneiro, os serviços de valor agregado, a infraestrutura rodoviária adequada, a existência de equipamentos operacionais adequados e espaço suficiente para armazenamento atual e futuro de contêineres, a implementação de parcerias público-privadas, o impacto da política portuária e de transporte marítimo de curta distância, a conectividade rodoviária e a própria localização dos portos secos.

O Quênia é um país da África Oriental, com extensão territorial de 580.370 km² e população de mais de 54,0 milhões de habitantes. Famoso por suas paisagens exuberantes e pela vasta reserva de vida selvagem. Sua costa do Oceano Índico forneceu portos historicamente importantes pelos quais mercadorias árabes e asiáticas entraram no continente por muitos séculos. (IBGE, 2024).

Apesar de não figurar entre os 100 maiores do mundo em volume de transferências, o Porto de Mombaça é o maior da África Oriental e uma porta de entrada vital de importações e exportações para o Quênia e seus vizinhos.

Nyema (2014) destaca que os produtos líquidos a granel, principalmente petróleo, óleos e lubrificantes, são o item de maior importação em peso. Sem essas importações, a economia do Quênia (e da maioria dos outros países da Comunidade

África Oriental - EAC), que depende das importações para todas as suas necessidades petrolíferas, reduzir-se-ia a metade. Outros itens importantes são milho, trigo, ferro e aço, essenciais para satisfazer as necessidades alimentares do país e para apoiar a sua vibrante indústria de construção. Foi revelado ainda que fatores como equipamento inadequado de guindaste de cais/ pórtilho, redução dos tempos de atracação e atrasos dos navios porta-contêineres, tempo de permanência, tempo de entrega da carga do contêiner e do caminhão, desembaraço aduaneiro, capacidade de armazenamento limitada, conexões multimodais deficientes com o interior e infraestrutura estão diretamente influenciando a eficiência do terminal de contêineres queniano.

O Sri Lanka está localizado no Sul da Ásia, com população de mais de 22,1 milhões de pessoas que povoam densamente sua área de 65.610,0 km². Em uma encruzilhada de rotas marítimas que atravessam o Oceano Índico, o país também foi exposto a influências culturais de outras civilizações asiáticas (IBGE, 2024).

A localização estratégica do Sri Lanka permitiu-lhe transformar o seu porto de Colombo num centro de transbordo no Sul da Ásia. A autoridade portuária do Sri Lanka decidiu expandir o porto de Colombo e desenvolver o porto de Hambantota, sendo a *China Merchant Port Holding* atualmente uma das principais partes interessadas no porto de Hambantota (Kavirathna *et al.*, 2021).

Bangladesh, Malásia, Quênia e Sri Lanka são 4 países banhados pelo Oceano Índico que abastecem milhões de pessoas em suas necessidades alimentares, entre outros produtos através de suas operações marítimas. A partir do investimento estrangeiro estão conseguindo aumentar a eficiência de seus portos e transformar a movimentação de mercadorias em riqueza.

4.1.2. QUADRANTE Q2

O quadrante Q2 é formado por 16 países com eficiência operacional relativa abaixo da média e eficiência econômica relativa acima da média.

Uma observação interessante sobre as estatísticas descritivas de Q2 é que embora a média de todas as variáveis seja menor em comparação com os dados populacionais, as medianas para a taxa de transferência de contêineres e o montante em mercadorias comercializadas é maior, como mostra a Tabela 11.

Embora as medianas ainda sejam menores que as médias, o que indica uma assimetria com dados elevando a média, isso demonstra que este quadrante conta com valores mais centrais, mais distantes das extremidades.

Tabela 11: Estatísticas descritivas em Q2 (elaborado pela autora).

Código da variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
X1	2,00	82,60	9,75	15,36	20,02
X2	4,00	508,00	31,00	103,25	161,25
Y1	172.544,00	19.937.138,00	4.206.971,50	6.159.178,75	6.182.492,46
Y2	0,80	2,00	1,25	1,26	0,33
Z1	9.633,00	3.228.329,00	364.849,00	671.575,38	857.073,12

Na Tabela 12 é possível visualizar as eficiências operacional e econômica de cada uma das unidades tomadoras de decisão. Note que todas as eficiências operacionais estão abaixo de 22,76%, a média alcançada pelo conjunto de 98 países. No caso das eficiências econômicas, todas estão acima de 34,34%, com destaque para 7 países que são completamente eficientes em comparação com os demais.

Tabela 12: Eficiências Operacional e Econômica em Q2 (elaborado pela autora).

Economia/DMU	Eficiência Operacional	Eficiência Econômica
	Relativa (%)	Relativa (%)
Alemanha	11,33	100,00
Bélgica	16,35	100,00
Brasil	8,77	36,60
Cambodja	17,23	72,96
El Salvador	5,41	100,00
Eslovênia	18,34	100,00
França	7,58	34,87
Índia	15,56	96,21
Jamaica	9,47	86,21
Lituânia	21,76	66,83
México	6,59	100,00
Mianmar	20,05	100,00
Nicarágua	0,93	46,15
Omã	13,83	73,31
Polônia	11,90	100,00
Tailândia	21,60	60,85

A ineficiência operacional pode estar relacionada com o não aproveitamento máximo da costa marítima e com a má gestão dos recursos nas operações dos portos, que não são transformados em taxas de transferência de contêineres e tempo de atracação favoráveis, segundo o modelo proposto.

Ainda que países como México, Índia, Brasil, Alemanha e França contem com mais de uma centena de portos, poucos deles se destacam na lista dos 100 maiores portos do mundo da Lloyd's. São 13 portos distribuídos em 10 países e que movimentaram quase 70 milhões de TEU no ano de 2022:

- **Alemanha:** Portos de Hamburgo e de Bremen/Bremerhaven;
- **Bélgica:** Porto de Antuérpia;
- **Brasil:** Porto de Santos;
- **França:** Porto de Le Havre;
- **Índia:** Portos de Mundra e de Jawaharlal Nehru;
- **Jamaica:** Porto de Kingston;
- **México:** Porto de Manzanillo e de Lázaro Cárdenas;
- **Omã:** Porto de Salalah;
- **Polônia:** Porto de Gdansk;

- **Tailândia:** Porto de Laem Chabang.

Os países que formam Q2 estão localizados na América Latina, Ásia e Europa. Apesar da baixa eficiência operacional, 7 deles são 100% eficientes economicamente: Alemanha, Bélgica, El Salvador, Eslovênia, México, Mianmar e Polônia.

Embora as taxas de transferências de contêineres não sejam as maiores, esses países conseguem transformar este volume de mercadorias em dinheiro, o que eleva sua eficiência econômica.

A Alemanha está localizada no Oeste Europeu, com população de mais de 84,0 milhões de habitantes espalhados por seus 357.590,0 km². Como a maior economia da Europa, a Alemanha é um membro-chave das organizações econômicas, políticas e de defesa do continente. Entrou em duas devastadoras guerras mundiais na primeira metade do século XX que deixaram o país ocupado pelas vitoriosas forças dos em 1945. Com o advento da Guerra Fria, o país se viu dividido: a República Federal Alemã da Alemanha (RFA) e a República Democrática Alemã Oriental (RDA). A RFA democrática incorporou-se nas principais organizações econômicas e de segurança ocidentais, enquanto a RDA comunista estava na linha de frente do Pacto de Varsóvia, liderado pelos soviéticos. O declínio da União Soviética e o fim da Guerra Fria permitiram a reunificação alemã em 1990. Desde então, a Alemanha gastou fundos consideráveis para elevar a produtividade e os salários orientais aos padrões ocidentais. (IBGE, 2024).

No porto de Bremen, os contentores são o setor mais importante. O terminal de contentores Eurogate em Bremen tem uma capacidade de 6 milhões de TEU e não existem planos para um maior desenvolvimento da capacidade de movimentação de contentores. Em Hamburgo, operam quatro terminais de contêineres de alto mar com capacidade combinada de aproximadamente 9,4 milhões de TEU. O espaço para novas extensões é limitado e a capacidade futura máxima para Hamburgo é estimada em aproximadamente 13,5 milhões de TEU (Wiegmans; Dekker, 2016).

Uma característica que deve ser destacada sobre as operações alemãs é o investimento em tecnologia. Kapkaeva *et al.* (2021) mencionam que a Autoridade

Portuária de Hamburgo é um grande exemplo de implementação eficiente e sustentável de novas soluções de TI. É um centro de soluções para diversas questões, navegação aquática e costeira, segurança, instalações ferroviárias portuárias, gestão de propriedades e condições econômicas da região. O Porto de Hamburgo participa de uma rede global de centros logísticos interligados que permitem às partes interessadas no mar, através da inovação e da digitalização, criar cadeias de abastecimento porta-a-porta seguras, eficientes e sustentáveis.

A Bélgica é um país do Oeste da Europa, com extensão territorial de 30.530,0 km² e população de mais de 11,6 milhões de habitantes. O país prosperou no último meio século como um estado europeu moderno e tecnologicamente avançado, além de ser membro da Organização do Tratado do Atlântico Norte e da União Europeia (IBGE, 2024).

Os setores dos óleos minerais e dos contentores no porto de Antuérpia são os mais importantes. Antuérpia aumentou consideravelmente a sua capacidade de movimentação de contentores, para 12 milhões de TEU, e se a doca de Deurganck estiver totalmente operacional, a capacidade total de movimentação do terminal de contentores será igual a 15,5 milhões de TEU (Wiegmans; Dekker, 2016).

Bottalico, Vanelslander e Verhoeven (2022) explicam que devido à contentorização, que exige mais insumos tecnológicos e soluções inovadoras, a reserva de mão-de-obra em Antuérpia diminuiu substancialmente desde 1980. No entanto, no período entre 2006 e 2019, o número de trabalhadores portuários aumentou. Nos últimos anos, o número de tarefas também aumentou. O número médio de tarefas por estivador variou de 188 em 2014 para 201 tarefas em 2017, e novamente para 189 tarefas em 2019. Mas os estivadores belgas são sindicalizados e passam por um potente processo de formação, que fazem das operações do Porto de Antuérpia muito mais flexíveis em comparação a outros portos mais automatizados.

El Salvador é um país localizado na América Central, com 21.040,0 km² de extensão territorial e mais de 6,3 milhões de habitantes (IBGE, 2024).

Pérez, Trujillo e González (2016), que estudaram os fatores determinantes da eficiência dos terminais de contêineres na América Latina e no Caribe, comentam que processos de reforma portuária para modernização e mudanças tecnológica começaram a ser desenhados na região na década de 1990. No caso de El Salvador, país que está avançando para um modelo de gestão com participação privada, estão ocorrendo mudanças estruturais com ganhos de eficiência a partir de grandes investimentos em questões regulatórias, infraestrutura e superestrutura.

A Eslovênia é um país Sul da Europa com 20.480,0 km² de área e população de mais de 2,1 milhões de habitantes. O país aderiu à OTAN e à União Europeia e, na primavera de 2004 ingressou na Zona do Euro (IBGE, 2024).

Na opinião de Momirski (2021), a maior vantagem da região portuária onde está o porto esloveno de Koper é a sua localização geoestratégica no Mar Adriático, que além de banhar Itália, Eslovênia, Croácia, Bósnia e Herzegovina, Montenegro e Albânia, liga a Europa Ocidental à região do Danúbio, aos Balcãs, à Europa Oriental e à Ásia Menor. Além da posição geográfica, outros dois fatores contribuem para a resiliência do porto esloveno: o poder das autoridades políticas e a comercialização do principal do produto direcionado da cidade de Veneza para outros portos através de Koper, o sal.

O México é um país da América do Norte, com população estimada em cerca de 127,5 milhões de habitantes espalhados por uma área de 1.964.375,0 km². É uma das principais forças econômicas e políticas da América Latina. Possui uma base industrial dinâmica, vastos recursos minerais, um amplo setor de serviços e a maior população de falantes de espanhol do mundo (IBGE, 2024).

Conforme mencionado por Pérez, Trujillo e González (2016), o México, assim como Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Cuba, México, Panamá, Paraguai e Uruguai, empreendeu um processo de reformas estruturais em sua estrutura portuária através da privatização, que foi associada a melhorias em tecnologia, produtividade e qualidade dos serviços.

Mianmar é um país do Sudeste da Ásia, com população de mais de 54,1 milhões de habitantes que ocupam seus 676.590,0 km² de extensão territorial (IBGE, 2024).

Embora Mianmar não apareça entre os países com os 100 maiores portos do mundo, o país asiático possui muitos portos, não apenas fluviais, mas também marítimos. Estes portos estão passando por um desenvolvimento significativo em seus processos de operação (Paing; Prabnasak, 2019). Isso ocorre, segundo Netirith e Ji (2022), em virtude de Mianmar ser um dos 15 países membros da Parceria Econômica Regional Abrangente (RCEP), a maior zona de livre comércio do mundo, criada em 2020 e que se estende desde a fronteira do Cazaquistão até ao Pacífico Sul. O governo tenta atrair investimentos privados para os portos que seguem o modelo de gestão landport e assim, aumentar a capacidade de tráfego.

Paing e Prabnasak (2019) explicam que os portos ocupam um papel fundamental na facilitação da logística global e das cadeias de abastecimento. Portanto, o seu desempenho e competitividade global devem ser melhorados, a fim de reter companhias marítimas e transportadores. Entre várias possibilidades de indicadores-chave, existem duas variáveis independentes que afetam o rendimento total da movimentação de contêineres em Mianmar: o comprimento total do berço e a escala total de navios por ano.

A Polônia é um país do Leste Europeu, com 312.710,0 km² de extensão territorial e mais de 37,5 milhões de habitantes. Agora limitada por sete nações, a Polônia cresceu e diminuiu ao longo dos séculos. Na virada do século XXI, o país se tornou uma democracia baseada no mercado, abundante em produtos de todos os tipos e membro tanto da Organização do Tratado do Atlântico Norte quanto da União Europeia (IBGE, 2024).

Além do Porto de Gdansk, Serry (2023) aponta a importância do Porto Gdynia para a região báltica. Os dois portos poloneses estão se tornando opções para o transbordo de contêineres local. A construção de um terminal de contentores de águas profundas em Gdansk e posteriormente o lançamento de ligações diretas com a Ásia foram fatores importantes que dinamizaram o aumento do volume de negócios

portuário. As estratégias das companhias marítimas em estabelecer alianças regionais com diversas partes interessadas também beneficiou o aumento do fluxo de contentores.

Vale dizer que o Porto de Gdynia possui o mais moderno mecanismo de orientação de navios em todo o mundo. O sistema apoia pilotos e capitães durante as operações de manobra nos maiores navios. Além deste dispositivo, outras ações estão sendo realizadas para que Gdynia se torne um Porto Inteligente, aumentando sua capacidade de movimentação de carga e eficiência (Karaś, 2020).

O Brasil embora não possa ser destacado como um possível benchmarking de eficiência operacional ou econômica, é um importante elo da cadeia de abastecimento global que faz parte deste quadrante. Localizado na América do Sul, possui extensão territorial de 8.510.417,7 km² e população de mais de 203,0 milhões de habitantes (IBGE, 2024).

Com a quinta maior área territorial do mundo, o Brasil é um grande produtor e fornecedor de alimentos mundial. Segundo Xavier *et al.* (2023), os principais parceiros brasileiros estão localizados no continente asiático. Como exemplo desse movimento em direção aos países asiáticos, até 2000, o grande comprador da soja brasileira foi a União Europeia; no entanto, a China aumentou progressivamente importações de soja do Brasil, atingindo aproximadamente 75% das exportações brasileiras de soja em 2016. Outra característica é a alta concentração de cargas nos portos brasileiros. Apesar de o país ter 35 portos, apenas cinco respondem por mais de 5% da carga, sendo que Santos retém quase 50% do fluxo. O Porto de Santos está localizado no estado de São Paulo e é o porto mais importante do Brasil, representando uma influência econômica de mais de 50% do PIB brasileiro e 25% do comércio exterior do país é realizado através dele.

O setor portuário brasileiro, apesar de todas as tentativas de adoção de novas políticas e mudanças administrativas ao longo do tempo, ainda não teve consistência. Para mudar essa situação, foi promulgada a Lei 12.815/2013. Seu objetivo básico é a reformulação do setor, devido ao aumento significativo da demanda por

infraestrutura nos portos do país e uma de suas diretrizes fundamentais é permitir que o setor privado realize investimentos, explore e melhore as instalações portuárias e, conseqüentemente, o sistema como um todo (Costa; Meza; Roboredo, 2018).

Costa, Meza e Roboredo (2018) identificaram algumas características de ineficiência e eficiência nos portos do Brasil. Com base na análise dos portos que apresentaram os piores resultados, a ineficiência dessas unidades é caracterizada pela demanda, como a escassez de carga em contraposição a um cenário com grandes terminais de abastecimento na mesma região; o uso limitado da infraestrutura disponível, aliado aos baixos níveis de produtividade oferecidos, como é o caso de equipamentos antigos e com baixa taxa horária de movimentação; dificuldade de acesso aos terminais; e outros fatores externos, como o caso de desastres naturais e questões trabalhistas. No entanto, pode-se notar que o desempenho de terminais que entraram em operação mais recentemente em geral, tem se traduzido em bons resultados nos rankings, influenciados pelos modernos equipamentos utilizados em suas operações portuárias e pátio, que permitem uma maior movimentação de contêineres.

Todas estas características mostram que o transporte marítimo brasileiro possui muitas lacunas a serem preenchidas, e que, assim como ocorre em outros países deste quadrante, há influência das zonas de comércio, parceiros e modelos de gestão portuária sobre a eficiência das operações.

Como mencionado por Wiegmans e Dekker (2016), os portos marítimos da faixa Hamburgo – Le Havre (HLH), que passa por Alemanha, Holanda, Bélgica e França, mudaram nos últimos anos, de atividades públicas de transporte para atividades comerciais mais avançadas e lucrativas (logística de alto valor agregado e indústrias). Estas mudanças foram causadas por privatizações portuárias, pelo rápido aumento do volume de carga, pelo congestionamento dentro e ao redor dos portos, pelo possível desenvolvimento de grupos portuários globais e pelos esforços de desregulamentação do mercado portuário por parte Comissão Europeia. Isso desencadeou uma maior

concorrência entre os portos e consequentemente um aumento na eficiência das operações.

Algo semelhante aconteceu com os países da América Latina, que de acordo com Pérez, Trujillo e González (2016), que optaram por reestruturar seus processos portuários em busca de modernização, promoção da concorrência e aumento da eficiência, contando principalmente com investimento privado.

O regionalismo também parece fortalecer o transporte marítimo neste quadrante. Seja através da proximidade geográfica (faixa HLH, norte adriático, báltico) ou da criação de mercados comuns (Mercosul e RCEP), os países deste segundo quadrante se utilizam dos aprendizados e ganhos dos vizinhos para se beneficiarem.

Quanto à situação econômica destes países, 6 foram classificados pela UN DESA (2023) como desenvolvidos (Alemanha, Bélgica, Eslovênia, França, Lituânia e Polônia) e os outros 10 como economias em desenvolvimento (Brasil, Cambodja, El Salvador, Índia, Jamaica, México, Mianmar, Nicarágua, Omã e Tailândia).

4.1.3. QUADRANTE Q3

O quadrante Q3 é formado por 57 países que possuem eficiência operacional e eficiência econômica abaixo da média relativa para cada uma, respectivamente. É o grupo com a maior concentração de economias.

As duas variáveis deste grupo que se diferem bastante da população de dados em média é a taxa de transferência de contêineres (Y_1) e a comercialização de mercadorias (Z_1). No caso de Y_1 , enquanto a população movimentou em média 7.658.135,32 TEU no ano de 2022, em Q3 a média foi de 3.050.967,12 TEU, menos que a metade. Também há a indicação de uma distribuição assimétrica dos dados, com

maior concentração em valores menores que a média, visto que a mediana para Q3 foi de 1.523.198,00 TEU.

Enquanto isso, para Z_1 a média calculada para os 57 países de Q3 foi de 208.232,30 milhões de dólares americanos. Já a média de comercialização dos 98 países foi de 397.010,28 milhões de dólares americanos. A distribuição também foi assimétrica, uma vez que a mediana para este quadrante foi de 69.078,00 milhões de dólares americanos.

Esses valores e as demais estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 13 sugerem que muitos países de Q3 movimentam menores quantidades de produtos e dinheiro em comparação com a população de dados.

Tabela 13: Estatísticas descritivas em Q3 (elaborado pela autora).

Código da variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
X1	0,60	1.122,70	18,50	85,79	195,52
X2	4,00	1.351,00	40,00	177,61	292,39
Y1	79.754,00	17.712.459,00	1.523.198,00	3.050.967,12	3.863.486,45
Y2	0,60	6,20	1,30	1,62	1,13
Z1	903,00	1.354.158,00	69.078,00	208.232,30	331.345,54

É apropriado deixar claro que isso não significa que há uma relação entre os valores de eficiência calculados e os volumes comercializados. É apenas uma característica observada no grupo.

No cálculo das eficiências por meio da análise envoltória de dados, todos os países do quadrante Q3 obtiveram eficiência operacional abaixo de 22,76% e eficiência econômica abaixo de 34,34% de acordo com o modelo proposto e em comparação com os demais países considerados. Todos os valores calculados estão na Tabela 14.

A eficiência operacional investiga como as nações utilizam seus recursos para favorecer a comercialização de mercadorias através do transporte marítimo. A quantidade de portos é uma das variáveis de entrada do modelo utilizado neste trabalho.

Tabela 14: Eficiências Operacional e Econômica em Q3 (elaborado pela autora).

Economia/DMU	Eficiência Operacional Relativa (%)	Eficiência Econômica Relativa (%)	Economia/DMU	Eficiência Operacional Relativa (%)	Eficiência Econômica Relativa (%)
África do Sul	10,29	21,52	Iêmen	2,42	30,90
Angola	5,97	3,69	Indonésia	14,10	11,19
Argentina	6,11	6,78	Irã	3,23	6,70
Austrália	15,05	7,70	Irlanda	1,55	25,57
Bahamas	1,20	6,75	Islândia	2,74	2,32
Bulgária	3,81	20,73	Itália	12,80	22,66
Cabo Verde	3,64	6,32	Letônia	2,95	13,43
Canadá	5,90	24,97	Líbano	3,90	28,71
Catar	18,28	10,03	Malta	19,92	11,50
Chile	7,65	10,49	Namíbia	14,62	8,96
Chipre	3,23	4,80	Nigéria	8,31	5,67
Colômbia	18,21	21,59	Nova Zelândia	11,15	4,25
Congo	9,71	3,93	Panamá	10,09	30,21
Costa do Marfim	22,36	26,22	Peru	11,81	5,96
Costa Rica	11,77	18,46	Portugal	7,81	7,41
Croácia	4,70	0,86	Reino Unido	12,56	20,63
Cuba	0,46	27,27	República Dominicana	5,83	27,17
Curaçao	2,40	14,29	Romênia	5,62	18,82
Dinamarca	6,31	3,20	Rússia	4,02	26,44
Egito	13,18	24,87	Senegal	9,85	31,70
Equador	9,44	7,80	Sudão	7,53	28,62
Espanha	12,41	22,89	Suécia	6,92	4,95
Estônia	2,37	4,14	Suriname	1,99	27,27
Filipinas	6,60	20,84	Tanzânia	5,08	6,14
Finlândia	1,99	6,34	Trindade e Tobago	6,36	3,01
Gana	20,55	31,69	Tunísia	0,97	20,74
Geórgia	4,51	9,14	Turquia	19,03	11,41
Grécia	6,24	6,70	Uruguai	6,80	4,72
Honduras	6,68	15,82			

Note que mesmo com uma média de transferência menor em relação ao grupo com os 98 países, Q3 possui vários portos entre os 100 maiores do mundo no ano de 2022. São 27 portos localizados em 16 países diferentes, que movimentaram cerca de 93,3 milhões de TEU no ano de 2022:

- **África do Sul:** Porto de Durban;
- **Austrália:** Portos de Melbourne e de Sydney;
- **Canadá:** Porto de Vancouver;
- **Colômbia:** Porto de Cartagena;
- **Egito:** Porto de Said;
- **Equador:** Porto de Guayaquil;
- **Espanha:** Portos de Valencia, de Algeciras e de Barcelona;
- **Filipinas:** Porto de Manila;
- **Grécia:** Porto de Piraeus;

- **Indonésia:** Portos de Tanjung Priok e de Tanjung Perak (Surabaya);
- **Itália:** Portos de Gioia Tauro e de Gênova;
- **Malta:** Porto de Marsaxlokk;
- **Panamá:** Portos de Colón e de Balboa;
- **Peru:** Porto de Callao;
- **Reino Unido:** Portos de Felixstowe, de Londres e de Southampton;
- **Turquia:** Portos de Ambarli, de Kocaeli, de Mersin e de Tekirdag.

A eficiência econômica examina como os países transformam a movimentação de carga em retorno financeiro. Os acordos e alianças comerciais podem favorecer este processo, assim como a classificação econômica dos países.

Por ser o grupo com o maior número de países, a localização geográfica é descentralizada, com representantes de todos os continentes. Então, vários acordos comerciais e zonas de livre comércio podem ser relacionados com Q3.

No que se refere à classificação econômica destes países de acordo com a UN DESA (2023), temos:

- **20 economias desenvolvidas:** Austrália, Bulgária, Canadá, Croácia, Chipre, Dinamarca, Estônia, Finlândia, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Letônia, Malta, Nova Zelândia, Portugal, Romênia, Espanha, Suécia e Reino Unido;
- **2 economias em transição:** Georgia e Rússia;
- **34 economias em desenvolvimento:** África do Sul, Angola, Argentina, Bahamas, Cabo Verde, Catar, Chile, Colômbia, Congo, Costa do Marfim, Costa Rica, Cuba, Egito, Equador, Filipinas, Gana, Honduras, Iêmen, Indonésia, Irã, Líbano, Namíbia, Nigéria, Panamá, Peru, República Dominicana, Senegal, Sudão, Suriname, Tanzânia, Trindade e Tobago, Tunísia, Turquia e Uruguai.

Um dos países de Q3 não possui classificação econômica. Curaçao não é um país membro da ONU, por isso não aparece em nenhum dos grupos.

O transporte marítimo das nações deste quadrante é ineficiente, tanto em termos operacionais, quanto econômicos em comparação com outros países.

4.1.4. QUADRANTE Q4

O quadrante Q4 é formado por 11 países que possuem eficiência operacional relativa acima da média da população e eficiência econômica relativa abaixo da média das outras 98 nações.

As estatísticas descritivas de algumas variáveis utilizadas para o cálculo da eficiência operacional merecem destaque em Q4 (Tabela 15). A relação costa/área (X_1) tem média bem superior neste quadrante quando comparada à média do grupo de 98 países. São 200,83 km/m² em Q4 e 82,25 km/m² na população de dados. A mediana de 79,60 km/m² indica uma assimetria em relação ao X_1 deste grupo.

No que tange ao número de portos (X_2), a amplitude dos dados chega a 1057 portos em Q4. A média de 241,64 portos é maior que a média encontrada entre os 98 países de 154,49 portos. Ao considerar a mediana de 17 portos em Q4, é possível compreender o deslocamento dos dados para valores menores.

A média de transferência de contêineres (Y_1) na população de dados foi de 7.658.135,32 TEU, maior que a média deste quadrante de 4.909.356,73 TEU. Os dados tiveram grande amplitude e a distribuição foi assimétrica, como pode ser visualizado na Tabela 15.

Tabela 15: Estatísticas descritivas em Q4 (elaborado pela autora).

Código da variável	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
X1	0,30	741,10	79,60	200,83	255,95
X2	2,00	1.059,00	17,00	241,64	406,00
Y1	22.117,00	22.204.259,00	765.662,00	4.909.356,73	7.656.620,58
Y2	0,40	2,00	1,10	1,05	0,61
Z1	627,00	1.865.018,00	45.731,00	433.272,27	681.257,58

As eficiências operacional e econômica calculadas para os países de Q4 são apresentadas na Tabela 16. Dos 11 países, 4 ficaram com eficiência operacional de 100%: Aruba, Granada, Jordânia e Noruega.

Tabela 16: Eficiências Operacional e Econômica em Q4 (elaborado pela autora).

Economia/DMU	Eficiência Operacional	Eficiência Econômica
	Relativa (%)	Relativa (%)
Aábia Saudita	27,79	28,41
Aruba	100,00	18,75
Bahrein	77,41	1,29
Granada	100,00	7,69
Holanda	25,06	24,31
Ilhas Maurício	33,95	9,18
Israel	22,80	26,56
Japão	66,53	28,23
Jordânia	100,00	27,57
Moçambique	58,67	11,79
Noruega	100,00	1,35

Como dito anteriormente, este quadrante possui uma grande amplitude quando a variável em questão é a quantidade de portos por país. Essa variável é importante por destacar os investimentos realizados para operar o transporte marítimo e conseguir movimentar grandes volumes de carga.

Dos 100 maiores portos do mundo em transferência de contêineres, 9 estão localizados em 3 países de Q4:

- **Arábia Saudita:** Portos de Jeddah, de King Abdullah e de Dammam;
- **Holanda:** Porto de Rotterdam;
- **Japão:** Portos de Tóquio, de Yokohama, de Kobe, de Nagoya e de Osaka.

É interessante mencionar que mesmo movimentando juntos quase 40 milhões de TEU, nenhum deles está situado nos países considerados eficientes operacionalmente. O que significa que os grandes volumes nem sempre significam

uma utilização favorável dos recursos disponíveis. Os 4 países que conseguem realizar este feito, segundo o modelo proposto são: Aruba, Granada, Jordânia e Noruega.

Aruba está geograficamente localizada no sul do Mar do Caribe, na periferia do cinturão de furacões do Caribe. É uma jurisdição insular subnacional dentro do Reino dos Países Baixos e parte do Caribe Holandês. Tem uma superfície total de 193,0 km² e uma costa estimada em 69,0 km. Apelidada de A Ilha Feliz, a inauguração oficial do Aruba Caribbean Hotel como o primeiro resort de luxo de Aruba iniciou uma nova época no desenvolvimento do turismo na década de 1960 (Peterson; DiPietro; Harrill, 2020).

Segundo Guerrero e Olarte (2021), a economia de Aruba é um sistema aberto e o turismo representa a maior parte da atividade econômica. A zona costeira é conhecida por suas praias de arena branca e as tranquilas águas que rodeiam Aruba são claras, o que a converte em um destino turístico popular. Aruba é membro dos Países e Territórios do Ultramar Holandês (OCT).

Granada é um país da América Central, com população de pouco mais de 125 mil habitantes e extensão territorial de 340,0 km². (IBGE, 2024). Cubas, Briceño-Garmendia e Bofinger (2015) reportam que Granada é um dos países membros da Organização dos Estados do Caribe Oriental (OECS) e que o porto granadino de São Jorge é uma das principais portas de entrada de produtos importados da região caribenha. Este porto não possui investimento privado e é uma das principais fontes de receita do governo. Granada tem ainda o maior número de escalas de navios para carga geral entre os países da OECS, com 1.016 em média por ano. No entanto, por conta da intensa sindicalização, há um impasse na instalação de equipamentos em terra e apenas navios com seus próprios guindastes podem fazer sua escala lá.

Embora o porto granadino tenha um terminal separado dedicado a cruzeiros, o cais de carga principal também é usado para atracar navios de cruzeiro durante a alta temporada, de abril a maio e de outubro a novembro, haja vista que o turismo é a principal atividade econômica da região. A maioria das importações para Granada

vem de Trindade e Tobago. As principais exportações agrícolas do país incluem noz-moscada e cacau (Cubas; Briceño-Garmendia; Bofinger, 2015).

A Jordânia é um país do Sudoeste da Ásia, com cerca de 11,2 milhões de habitantes e 89.318,0 km² de território. A capital e maior cidade do país é Amman, um dos principais centros comerciais da região, bem como uma das principais capitais culturais do mundo árabe. (IBGE, 2024).

O único porto marítimo jordaniano fica na cidade de Aqaba, uma cidade de 375 km² na parte sul da Jordânia e na parte norte do Mar Vermelho. O porto de Aqaba foi fundado em 1952 como principal porta marítima na Jordânia; está localizado em uma área muito estratégica que forma um corredor na conjunção de três continentes, Ásia, África, Europa e quatro países, Jordânia, Arábia Saudita, águas territoriais do Egito e Israel, com uma linha costeira de 26 km cercado por uma série de montanhas. O porto é administrado pela *Aqaba Port Corporation* (APC), uma estrutura financeira independente, que está sob a alçada do Ministério dos Transportes da Jordânia (Alamoush, 2016).

Segundo Alamoush (2016), a parte industrial do porto jordaniano possui diversos tipos de berços e instalações, sendo considerada a principal artéria que alimenta Jordânia com diferentes tipos de combustíveis e gás, além de exportar o principal produto mineral local, o fosfato.. Um grande fator de impacto na eficiência do porto de Aqaba é a estrutura de transporte interior, que faz com que as mercadorias sejam escoadas com mais facilidade através de rodovias e ferrovias da Jordânia tanto nas operações de importação, quanto nas de exportação.

A Noruega está localizada no Norte da Europa com área de 624.499,0 km² e população de quase 5,5 milhões de habitantes. Enfraquecidos pela praga e pela deterioração econômica no final da Idade Média e dominados pelas vizinhas Dinamarca e Suécia, os noruegueses passaram a comercializar pescado e madeira, e a moderna Noruega, que conquistou sua independência em 1905, emergiu como um importante transportador marítimo de mercadorias do mundo, bem como líder

mundial em construção naval especializada. Na década de 1970, a exploração de petróleo e gás natural tornou-se a principal indústria marítima. (IBGE, 2024).

Schoyen *et al.* (2018) sugerem que a eficiência dos portos noruegueses está relacionada com o fato de serem de pequeno porte e não receberem escalas de navios transcontinentais. Os investimentos em novas tecnologias e sistemas são responsáveis pelo progresso da produtividade, registrada entre os anos de 2009 e 2014 nos portos noruegueses (Schoyen; Odeck, 2017).

Mesmo compartilhando o papel de referência em eficiência operacional, Aruba, Granada, Jordânia e Noruega possuem características distintas, seja em extensão territorial, quantidade de habitantes, localização geográfica, modelo de gestão portuária e as variáveis utilizadas para o cálculo do primeiro estágio do modelo utilizado nesta pesquisa (X_1 , X_2 , Y_1 e Y_2).

Todos os países de Q4 têm eficiência econômica abaixo de 34,34%. A menor eficiência calculada foi de 1,29% no Bahrein e a maior foi de 28,41% na Arábia Saudita, país que tinha 3 dos 100 maiores portos em volume de movimentação de contêineres no ano de 2022.

Sobre a classificação econômica dos países deste quadrante segundo a UN DESA (2023), 3 são desenvolvidas (Holanda, Japão e Noruega) e 6 estão em desenvolvimento (Arábia Saudita, Bahrein, Ilhas Maurício, Israel, Jordânia e Moçambique). Aruba não foi inserido nesta contagem por não ser um país membro da ONU. Já Granada não tem sua economia sistematicamente monitorada pela ONU e, portanto, também não foi computada.

Os países do quadrante Q4 dispõem tanto de aspectos divergentes, como semelhantes. O principal ponto de congruência é a eficiência operacional relativa acima de 22,76%. Mais estudos devem ser empenhados para que seja possível explicar as razões para que estas economias possam ser tomadas como possíveis *benchmankings* pelos outros.

4.2. O CASO DA CHINA

Segundo o IBGE (2024), a República Popular da China está localizada no Leste da Ásia, com extensão territorial de 9.562.910 Km² e população estimada em mais de 1,4 bilhões de habitantes. Três dinastias iniciaram o processo de ocupação territorial e formação étnica do povo chinês: *Xia*, *Shang* e *Zhou*. Após essa fase, inicia-se o período de três eras imperiais. Por conta de interesses estrangeiros em seus territórios, teve início um movimento de modernização política entre representantes políticos nacionalistas, anti-imperiais, militares e estudantes, que defendiam a derrubada da dinastia *Qing* e a proclamação da República. Passados anos de conflito, em 1º de outubro de 1949 foi proclamada a República Popular da China (RPC), Mao Tsé-Tung assumiu a presidência do país até seu falecimento em 1976, quando Deng Xiaoping emergiu como o líder supremo da China de 1978 a 1992. Durante seu “governo”, foi iniciada a abertura da China para o mundo e a introdução de reformas na economia e sociedade, visando modernizar o país.

A China é um importante centro para a comercialização global de mercadorias utilizando o transporte marítimo. Dos 100 maiores portos do mundo em volume de contêineres movimentados no ano de 2022, o país concentrou 24, sendo que 7 deles figuram entre os 10 primeiros colocados da lista.

O país merece uma atenção especial ao ser o único deste estudo a ser considerado 100% eficiente tanto operacionalmente como economicamente, em comparação aos demais.

O modelo proposto para o cálculo da eficiência operacional e econômica no transporte marítimo utilizou como variáveis a relação costa/área terrestre, o número de portos, a taxa de transferência de contêineres, o tempo médio de atracação e a comercialização de mercadorias.

Em comparação com as estatísticas descritivas do grupo com 98 países estudados, a China possui relação costa/área menor que a média de todas as economias. São 3,20 m/km² contra 82,25 m/km².

No caso do número de portos, a China supera a quantidade média encontrada no conjunto. O país asiático conta com 282 portos, enquanto a média do restante do mundo é de 154,49 portos.

A China possui a maior taxa de transferência de contêineres de todo o grupo. São 262.605.700,00 TEU, enquanto a média dos outros fica em 7.658.135,32 TEU.

O tempo médio de atracação em portos chineses fica em torno de 1,1 dia enquanto no restante do mundo a duração média é de 1,43 dia, resultados bem próximos.

Na última variável do modelo, mais uma vez a superioridade chinesa aparece. Além de transferir a maior quantidade de mercadoria entre os países em volume de contêineres, o país também tem o maior valor monetário comercializado. Em 2022 foram registrados 6.309.674,00 milhões de dólares americanos em troca de mercadorias. A média considerando os 98 países estudados ficou em 397.010,28 milhões de dólares americanos. O valor comercializado pela China é mais de 10.000 vezes o que foi comercializado por Granada, país que apresentou o menor numerário para esta variável.

Segundo Liu et al (2022), algumas explicações para a máxima eficiência do transporte marítimo chinês incluem a enorme capacidade de produção da China, a capacidade de lidar com o grande volume de mercadorias no mercado asiático, a localização geográfica e a transformação dos portos em centros.

Wu e Wang (2022) complementam ao expor que nos últimos anos, com o crescimento da economia nacional e o apoio político, a indústria naval da China desenvolveu-se rapidamente. Devido às suas vantagens como baixo custo, cobertura abrangente e extenso volume de transporte, o transporte marítimo representa 90% do volume de frete de importação e exportação da China, desempenhando um papel importante no apoio ao comércio exterior e ao serviço de desenvolvimento econômico e social do país.

Em sua pesquisa sobre a eficiência do transporte marítimo nas cidades portuárias chinesas, Wu e Wang (2022) concluíram que o desempenho de cada cidade

portuária é afetada por fatores do comércio exterior, tamanho da população, desenvolvimento econômico, nível de consumo e apoio governamental.

A transformação dos portos marítimos em centros comerciais, como estes autores elencaram passa pelo investimento nos portos secos chineses. Os portos secos na China são diferentes de outras regiões no que diz respeito ao cumprimento funcional, estrutura de propriedade e *status* intercompetitivo. A alta eficiência dos portos secos pode ser explicada pela utilização racional dos recursos de transporte local e pelo aumento estável da produção. No entanto, uma análise mais aprofundada descobre que quando o porto seco está longe do porto marítimo, a sua eficiência melhora com a alta dependência do trilho (Chang *et al.*, 2019).

Além dos pontos comentados anteriormente, uma política fiscal flexível favorece o funcionamento e o desenvolvimento das empresas portuárias, como um todo, e em certa medida promove a eficiência operacional (Gao; Sun, 2020).

No que se refere à eficiência econômica, ainda que o país seja classificado como uma economia em desenvolvimento pela UN DESA (2023), o relatório do The World Bank (2023) informa que a China é uma das economias mais dominantes nas redes internacionais de cadeias de abastecimento. E que ocupa posições de destaque no ranking do Índice de Performance Logística em várias edições.

A participação da China em alianças comerciais, beneficiada por sua localização geográfica e seu alto volume de produção e consumo, pode ser uma das explicações para este papel notório na logística internacional.

A estratégia *One Belt and One Road* (OBOR) é uma proposta do governo chinês iniciada em 2013 para criar uma grande área de influência e abastecimento entre países da Ásia, da África e da Europa.

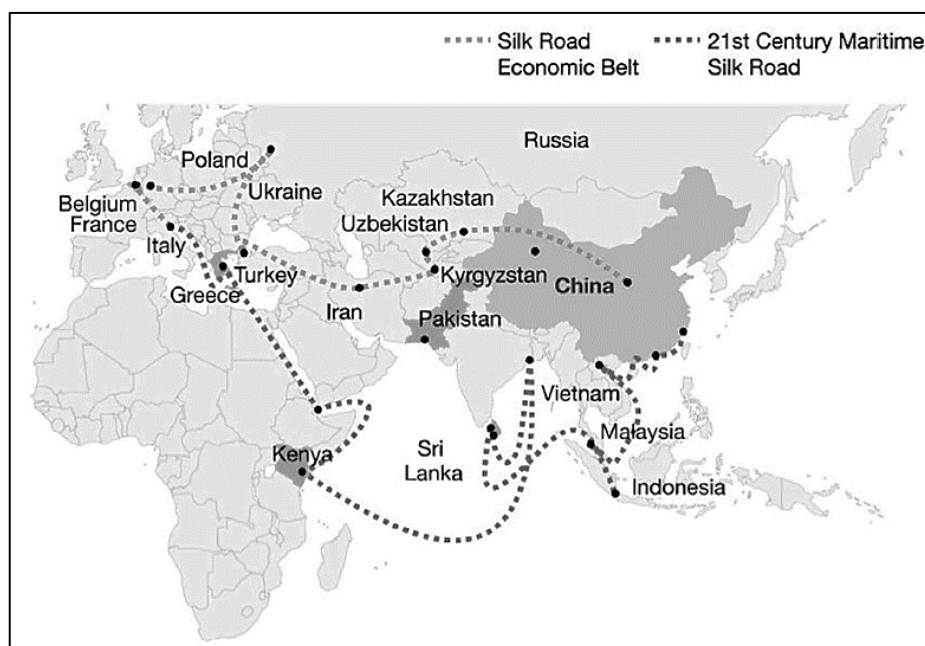


Figura 17: Mapa da aliança One Belt and One Road (Fu et al., 2020).

Tsui *et al.* (2017) explicam que a OBOR é a união de dois projetos de desenvolvimento e comércio para a China e o seu entorno: o Cinturão Econômico da Seda e a Rota Marítima da Seda do Século XXI. Vários países fazem parte dessas duas rotas, que deve envolver cerca de 60% da população mundial, como ilustra a Figura 17.

A iniciativa *One Belt and One Road* (OBOR) visa reconstruir a rede logística e de transporte ao longo dos corredores comerciais e melhorar a conectividade comercial entre os países em desenvolvimento e desenvolvidos (Fu et al., 2020).

Aoyama (2016) complementa a discussão sobre a importância da China no cenário mundial ao revelar que nos últimos anos o país assumiu um papel de liderança no estabelecimento de um novo conjunto de instituições econômicas internacionais, incluindo o Novo Banco de Desenvolvimento, o Arranjo Contingente de Reservas dos BRICS, o AIIB e o Fundo da Rota da Seda, bem como a Organização de Cooperação de Xangai. Juntos, representam um contrapeso regional às entidades lideradas pelo Ocidente, como o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Mundial e, mais recentemente, o Banco Central Europeu – que dominaram a ordem financeira global desde a introdução do sistema de Bretton Woods após a Segunda Guerra Mundial.

4.3. A EFICIÊNCIA NO TRANSPORTE MARÍTIMO E O LPI

A regressão logística é uma técnica utilizada para estimar a probabilidade associada à ocorrência de determinado evento para situações em que a variável dependente é de natureza dicotômica ou binária.

Nesta dissertação o objetivo é estudar o nível de influência dos indicadores do LPI que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial ser eficiente operacionalmente e economicamente simultaneamente. Então, a regressão logística binária foi utilizada para estimar a probabilidade de um país estar acima da média de eficiência operacional e econômica, ou seja, de pertencer ao quadrante Q1 a partir dos valores encontrados para os indicadores que compõem o Índice de Performance Logística.

Por se tratar de uma regressão logística binária, a variável dependente pode assumir dois valores: 0 e 1. Ao assumir o valor 0, entende-se que o país está nos quadrantes Q2, Q3 ou Q4, ou seja, não está no quadrante Q1. Quando a variável dependente assume o valor 1, significa que o país está no quadrante Q1, com eficiências relativas operacional e econômica acima das respectivas médias, simultaneamente.

Ao utilizar o *software* IBM-SPSS para simular o modelo proposto foram obtidas algumas saídas. A Tabela 17 mostra os resultados dos parâmetros estimados. Note que nem todos se mostraram significativos. Apenas as componentes remessas internacionais, número de serviços e tempo de permanência consolidado – importação tiveram valores inferiores à significância de 5%. Alfândega e rastreamento são significativos a 10%. Todos os outros componentes não podem ser utilizados para relacionar eficiência no transporte marítimo e LPI. A finalidade do teste de Wald é verificar se cada um dos parâmetros do modelo é significativamente diferente de 0. Neste estudo considerou-se que valores de Sig. inferiores ao nível de significância de 10% podem ser considerados estatisticamente diferentes de 0.

Tabela 17: Resultados do modelo de regressão logística (elaborado pela autora).

Componentes do LPI	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Alfândega	1,083	0,552	3,856	1	0,050*	2,955
Infraestrutura	-0,587	0,412	2,035	1	0,154	0,556
Remessas internacionais	1,113	0,523	4,528	1	0,033**	3,044
Qualidade dos serviços	0,479	0,456	1,105	1	0,293	1,615
Pontualidade	0,230	0,299	0,594	1	0,441	1,259
Rastreamento	0,604	0,314	3,703	1	0,054*	1,829
Número de serviços	0,042	0,018	5,618	1	0,018**	1,043
Número de alianças	0,216	0,650	0,111	1	0,740	1,241
Número de conexões internacionais	-0,029	0,040	0,531	1	0,466	0,971
Tempo de permanência consolidado - importação	0,053	0,025	4,439	1	0,035**	1,055
Tempo de permanência no porto - importação	-0,023	0,016	2,019	1	0,155	0,977
Tempo de permanência consolidado - exportação	-0,127	0,088	2,055	1	0,152	0,881
Tempo de permanência no porto - exportação	0,096	0,085	1,275	1	0,259	1,100
Constante	-5,097	5,559	0,841	1	0,359	0,006

* Significativa a 10%

** Significativa a 5%

A coluna Exp (B) da Tabela 17 calcula o poder explicativo de cada variável independente sobre a variável dependente, no caso a chance de um país ser eficiente em seu transporte marítimo ou não a partir dos valores das componentes do LPI.

Países que investem em desembaraço alfandegário e gestão de fronteiras (alfândega) aumentam em 2,955 vezes as chances de eficiência do que os que não o fazem.

De modo análogo, a facilidade de organizar remessas internacionais com preços significativos (remessas internacionais) pode apresentar um incremento de 3,044 vezes nas chances de um país ser eficiente. A capacidade de rastrear remessas (rastreamento) pode representar aumento de 1,829 vezes nas chances de eficiência aos países que a tem em comparação com os que não a tem. Países que oferecem um maior número de serviços marítimos têm aumento de 1,043 vezes na chance de serem eficientes do que aqueles que oferecem poucos. Por fim, países que utilizam melhor o tempo de permanência consolidado de importação do que os que não o fazem têm incremento de 1,055 vezes na chance de serem eficientes.

Como mencionado no capítulo 3, o valor máximo do fator de inflação de variância que determina que não há multicolinearidade é 4. Neste estudo, o valor obtido para o VIF ficou abaixo de 2, indicando ausência de multicolinearidade.

O teste de Hosmer-Lemeshow (Tabela 18) é utilizado para verificar o ajuste do modelo, cuja aplicação consiste na comparação entre os eventos observados e os esperados. Este teste refere-se à aplicação de um teste qui-quadrado para avaliar se há diferenças significativas entre as frequências observadas e as esperadas em cada faixa. Logo, há interesse de que o teste rejeite a hipótese nula, pois espera-se que os valores sejam próximos. O valor de Sig. de 0,0487 sugere que a hipótese nula, de que não há diferença entre os eventos observados e os esperados, não é aceita para os níveis de significância de 1%, 5% e 10%. Isso significa que o modelo possui um bom ajuste à realidade calculada.

Tabela 18: *Teste de Hosmer-Lemeshow (elaborado pela autora).*

Teste de Hosmer e Lemeshow			
Passo	Qui-quadrado	df	Sig.
1	7,466	8	0,487

A tabela de classificação (Tabela 19) é uma forma de visualizar quanto o modelo classifica corretamente os eventos, com base no ponto de corte ($\alpha = 0,500$) estabelecido inicialmente. Os valores de não e sim referem-se à ausência ou à presença do país no Quadrante Q1, respectivamente. Foram observados 84 casos de ausência e 14 casos de presença. Entre os valores previstos pelo modelo 90 estariam ausentes e apenas 6 presentes em Q1. Isso significa que o modelo acertou 100% dos países que não fazem parte de Q1 e 57,1% dos países que estão em outros quadrantes. No geral o acerto do modelo foi de 93,9%.

Tabela 19: *Tabela de classificação (elaborado pela autora).*

Tabela de Classificação^a				
Observado		Previsto		Porcentagem Correta
		Quadrante 1		
		Não	Sim	
Quadrante 1	Não	84	0	100
	Sim	6	8	57,1
Porcentagem Geral				93,9

a. O valor de corte é 0,500

Isso significa que o modelo de regressão logística proposto consegue prever estatisticamente de maneira satisfatória se uma economia é eficiente operacional e economicamente no seu transporte marítimo de mercadorias a partir de alguns dos indicadores do LPI, como alfândega, rastreamento, remessas internacionais, número de serviços e tempo de permanência consolidado – importação.

Vale ressaltar que apenas os indicadores alfândega, rastreamento e remessas internacionais compõem efetivamente o cálculo do LPI, pois são obtidos através dos questionários respondidos pelos profissionais de logística. Os indicadores número de serviços e tempo de permanência consolidado – importação foram obtidos através de coleta de dados em bases de dados, conforme explicado anteriormente.

5. CONCLUSÃO

A globalização possibilita o desenvolvimento das relações comerciais entre países. O fluxo por meio aquaviário desempenha um papel relevante neste cenário e sua performance pode contribuir para as economias locais. Assim, o intuito deste estudo foi compreender de que forma a eficiência do transporte marítimo das economias mundiais se relaciona com o LPI.

A eficiência do transporte marítimo foi observada através de duas perspectivas: operacional e econômica. Um modelo de análise envoltória de dados com dois estágios foi estruturado e sua simulação por meio computacional permitiu a obtenção da eficiência relativa de 98 países. A eficiência operacional média foi de 22,76% e a eficiência econômica média foi de 34,34%. Entre as 98 economias estudadas, 14 tiveram

eficiências operacional e econômica acima da média, simultaneamente e podem ser tomadas como referências. Estes países compartilham características como investimento em tecnologias e novos desenhos de processos portuários, assim como o atendimento às demandas regionais, muitas vezes vindas de países que não possuem litoral e se utilizam da infraestrutura de seus vizinhos para acessar o comércio internacional por via marítima.

A China é um caso especial, em que tanto a eficiência operacional quanto a eficiência econômica atingiram valores máximos. A literatura sugere que a grande capacidade de produção e consumo, aliada à transformação das cidades portuárias em grandes centros comerciais favorecem o desempenho operacional. Para a performance econômica a participação em alianças regionais e a criação de instituições multilaterais de crédito podem ser variáveis explicativas do sucesso.

A regressão logística foi empregada para identificar os componentes do Índice de Performance Logística que exercem efeito estatisticamente significativo nas chances de uma economia mundial estar entre os países com eficiência relativa acima da média tanto para o estágio operacional, quanto para o estágio econômico. Entre os indicadores do LPI obtidos através de questionários aplicados à colaboradores do setor de logística dos 98 países estudados, alfândega, remessas internacionais e rastreamento podem representar aumento de cerca de 2,955; 3,044; 1,829 vezes nas chances de eficiência no transporte marítimo. Quanto aos indicadores auxiliares do LPI calculados por meio de bases de dados, países que oferecem um maior número de serviços marítimos têm um incremento de 1,043 vezes na chance de serem eficientes do que aqueles que oferecem poucos. E, países que utilizam melhor o tempo de permanência consolidado de importação do que os que não o fazem têm aumento de 1,055 vezes na chance de serem eficientes.

A partir destes resultados é possível concluir que a eficiência do transporte marítimo se relaciona com o LPI através de 5 indicadores principais: alfândega, remessas internacionais, rastreamento, número de serviços marítimos e tempo de permanência consolidado de importação.

A contribuição mais relevante deste estudo é utilizar as componentes do LPI como variáveis explicativas da eficiência e não como variáveis de cálculo do modelo, como outros estudos anteriores fizeram.

Toda pesquisa é desenvolvida com limitações. Vários fatores podem interferir na coleta, análise e interpretação dos resultados. O que parece uma simples alteração pode definir todo o direcionamento da pesquisa.

O modelo de eficiência proposto neste estudo foi elaborado com base nas recomendações da literatura e a partir de adaptações de outros trabalhos realizados a nível de portos e terminais portuários. Como não foi encontrado um modelo direcionado à eficiência de países, a validação ocorreu a partir da coerência encontrada nos resultados obtidos.

Ainda que o modelo tenha sido validado pela robustez das respostas retornadas, ele não contemplou nenhuma variável de entrada que representasse o fator de produção trabalho. Isso devido a dificuldade de encontrar dados disponíveis e homogêneos sobre esta matéria para todas as economias consideradas.

Mesmo para as variáveis contempladas no modelo, alguns países com relevante movimentação de cargas por transporte marítimo não disponibilizaram dados em plataformas confiáveis, como é o caso dos Estados Unidos da América. Portanto, países com dados faltantes tiveram que ser excluídos da pesquisa.

A opção de coletar dados por meio de bases confiáveis não exclui o risco que o uso de dados secundários impõe. Embora os portais consultados expliquem como as informações foram obtidas e disponibilizadas, não é possível garantir com segurança que os procedimentos foram todos realizados adequadamente.

Estes dados foram utilizados para o cálculo das eficiências relativas. Isso significa que todos os resultados só podem ser discutidos dentro deste cenário e não podem ser extrapolados para outros modelos, conjunto de países e recortes.

Qualquer alteração nos valores utilizados para mensurar as variáveis dos 98 países podem mudar o valor das eficiências calculadas e, conseqüentemente, a

composição dos quadrantes de eficiência. O que compromete o uso da regressão logística binária.

Qualquer alteração nos dados de entrada pode levar à diferentes respostas sobre os indicadores do Índice de Performance Logística que influenciam estatisticamente de forma significativa a eficiência no transporte marítimo de economias mundiais.

Por fim, vale ressaltar que o LPI é uma medida de percepção, que varia a cada edição por depender da opinião dos profissionais de logística espalhados pelo mundo. Assim, os indicadores utilizados valem apenas para a edição utilizada nesta dissertação.

Para as pesquisas futuras, existe uma série de possibilidades a partir dos resultados encontrados, como:

- Incluir pelo menos uma variável que represente o fator de produção mão de obra no modelo de eficiência;
- Inserir um estágio sobre a eficiência ambiental no modelo;
- Identificar quais práticas direcionadoras de eficiência podem ser relacionadas aos indicadores LPI significativos;
- Utilizar outras variáveis explicativas para compreender a eficiência do transporte marítimo como o Índice de Comércio Transfronteiriço e o Índice de Facilitação do Comércio.

REFERÊNCIAS

- ACAR, M. F.; TORGALÖZ, A. Ö. Measuring Foreign Trade-Logistics Efficiency: A DEA Approach and the Malmquist Index. *In: TOPCU, Y. I. et al. (org.). International Series in Operations Research & Management Science*. [S. l.]: Springer Nature, 2022. v. 326, p. 69–88.
- ADEN, M. The role of Ports and Free Zones in the Development of Africa: The “Djibouti Model”. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, [s. l.], v. Novembre 2, n. 4, p. 105–109, 2019.
- ALAMOUSH, A. S. M. **The impact of hinterland transport on port operational performance: a Jordanian case**. 2016. - World Maritime University, [s. l.], 2016. Disponível em: https://commons.wmu.se/all_dissertations/536.
- AOYAMA, R. “One Belt, One Road”: China’s New Global Strategy. *Journal of Contemporary East Asia Studies*, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 3–22, 2016.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, [s. l.], v. 30, n. 9, 1984. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.30.9.1078>.
- BARROS, C. P. The measurement of efficiency of Portuguese sea port authorities with DEA. *International Journal of Transport Economics*, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 335–354, 2003. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0347622616&partnerID=40&md5=f4ee503c44213a7a7b8dbb32db4fb5a1>.
- BIRAFANE, M.; ABDI, M. El. Efficiency of Moroccan Seaports: Application of DEA Using Window Analysis. *Engineering*, [s. l.], v. 11, n. 02, p. 107–118, 2019.
- BIRAFANE, M.; LIU, W.; KHALIKOV, S. The Strategic Positioning of Moroccan Seaports: An Application of the Boston Consulting Group Growth-share Matrix. *The Open Transportation Journal*, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 133–142, 2020.
- BONADIO, B. *et al.* Global supply chains in the pandemic. *Journal of International Economics*, [s. l.], v. 133, n. April 2020, 2021.
- BOTTALICO, A.; VANELSLANDER, T.; VERHOEVEN, P. Innovation and labor in the port industry: A comparison between Genoa and Antwerp. *Journal of Business Logistics*, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 368–387, 2022.

BRASIL. **Lei 10.893 de 13 de julho de 2004**. Dispõe sobre o Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante - AFRMM e o Fundo da Marinha Mercante - FMM, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.893.htm.

BRITTO, P. A. P. *et al.* Promoção da concorrência no setor portuário: Uma análise a partir dos modelos mundiais e aplicação ao caso Brasileiro. **Revista de Administracao Publica**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 47–71, 2015.

CAVAIGNAC, L.; PETIOT, R. A quarter century of Data Envelopment Analysis applied to the transport sector: A bibliometric analysis. **SOCIO-ECONOMIC PLANNING SCIENCES**, Univ Perpignan Via Domitia, ART Dev, UMR 5281, F-66860 Perpignan, France NR - 85 PU - ELSEVIER SCIENCE INC PI - NEW YORK PA - STE 800, 230 PARK AVE, NEW YORK, NY 10169 USA, v. 57, p. 84–96, 2017.

CHANG, Z. *et al.* Analysis on the features of Chinese dry ports: Ownership, customs service, rail service and regional competition. **Transport Policy**, [s. l.], v. 82, p. 107–116, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049301165&doi=10.1016%2Fj.tranpol.2018.06.008&partnerID=40&md5=e45de501bd0ad856049ac1391519fc31>.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221778901388>.

CNT, C. N. do T. **Pesquisa CNT da navegação interior**. Brasília: [s. n.], 2013. Disponível em: <https://cnt.org.br/estudo/pesquisa-navegacao-interior>.

CNT, C. N. do T. **Pesquisa CNT do transporte marítimo**. Brasília: CNT, 2012. Disponível em: <https://cnt.org.br/estudo/pesquisa-transporte-maritimo>.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 12. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

CORRÊA, H. Prefácio. In: PAULO AUGUSTO CAUCHICK-MIGUEL (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. xiii–xiv.

COSTA, E. F.; MEZA, L. A.; ROBOREDO, M. C. A DEA model to evaluate Brazilian container terminals. **RAIRO - Operations Research**, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 743–754, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85054196739&doi=10.1051%2Fro%2F2017001&partnerID=40&md5=853df34685494888>

fe28be387b5db542.

CUBAS, D.; BRICEÑO-GARMENDIA, C.; BOFINGER, H. C. OECS Ports An Efficiency and Performance Assessment. **Policy research working paper**, [s. l.], n. January, p. 1–61, 2015. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/21379/WPS7162.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CULLINANE, K. *et al.* The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 354–374, 2006. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-29844457887&doi=10.1016%2Fj.tra.2005.07.003&partnerID=40&md5=35f116b5ea9bc1204d0e6ab959bf238e>.

DE LANGEN, P. W.; NIJDAM, M.; HORST, M. Van Der. New Indicators To Measure Port. **Journal of Maritime Research**, [s. l.], v. IV, n. 1, p. 23–36, 2007.

DEUTSCHE BANK. **China's Belt and Road Initiative: A guide to market participation**. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://corporates.db.com/files/documents/chinas-belt-and-road-initiative-a-guide-to-market-participation.pdf>.

DING, Z. Y. *et al.* The Relative Efficiency of Container Terminals in Small and Medium-Sized Ports in China. **Asian Journal of Shipping and Logistics**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 231–251, 2015. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84937908057&doi=10.1016%2Fj.ajsl.2015.06.004&partnerID=40&md5=55c6516e749dd7f494e21ea336810874>.

ENSSLIN, L. *et al.* Seaport-performance tools: an analysis of the international literature. **Maritime Economics and Logistics**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 587–602, 2018.

ERTURAN, M. B.; MERDIVENCI, F. LPI Based Two Stage Network DEA Model to Measure Logistics Efficiency: An Application on OECD Countries. **Journal of Business Research - Turk**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1187–1199, 2021.

FARELL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, [s. l.], v. 120, p. 253–290, 1957. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2343100>.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2020.

FU, Y. *et al.* Facility location and capacity planning considering policy preference and uncertain demand under the One Belt One Road initiative. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 138, n. May, p. 172–186, 2020.

GAN, G. Y.; SU, J. Y. A new reclassification in international container transport market based on the impact of “one belt and one road” initiative. **Journal of Marine Science and Technology (Taiwan)**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 18–29, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85110748675&doi=10.51400%2F2709-6998.1001&partnerID=40&md5=d22a1a1f3b7fd751e273cfd9a11fc8e0>.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de Conclusão de Curso na Engenharia de Produção. Um guia prática de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

GAO, L.; SUN, Q. Operation efficiency evaluation of listed port companies in China. **Journal of Coastal Research**, [s. l.], v. 111, n. sp1, p. 317–321, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85098470849&doi=10.2112%2FJCR-SI111-059.1&partnerID=40&md5=e2e4df800d68fc1a10906e584d7b13f7>.

GARCÍA, C. B. *et al.* Collinearity: revisiting the variance inflation factor in ridge regression. **Journal of Applied Statistics**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 648–661, 2015.

GEORGE, S. A.; TUMMA, A. C. A benchmarking study of Indian seaports. **Journal of Global Operations and Strategic Sourcing**, v. 13, n. 1, p. 88–102, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076571557&doi=10.1108%2FJGOSS-05-2019-0037&partnerID=40&md5=5af019907ccfd138f509128bb8dcc09d>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIOVANNI, J. di *et al.* Global Supply Chain Pressures, International Trade, and Inflation. **National Bureau of Economic Research**, [s. l.], 2022. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w30240>.

GUERRERO, R. J. R.; OLARTE, F. C. **Modelo de negocio para la exportación del limón Tahití a República Dominicana y/o Aruba, de la comercializadora Jhon Walter Anaya en Bucaramanga, Santander**. 2021. 141 f. - Universidad Autónoma de Bucaramanga, [s. l.], 2021.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH,

2011.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. **Applied Logistic Regression**. 3. ed. New Jersey: Wiley, 2013-. ISSN 00401706.v. 38

IBGE. **IBGE Países**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://pais.es.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

IHO. **Basic Documents of the International Hydrographic Organization**. 2.1.1ed. Monaco: International Hydrographic Organization, 2020. Disponível em: http://www.iho.int/iho_pubs/misc/M1Eversion07.pdf.

IMO. **Basic Documents**. London: International Maritime Organization, 2018. Disponível em: <https://docs.imo.org/Category.aspx?cid=730>.

ITOH, H. Efficiency changes at major container ports in Japan: A window application of data envelopment analysis. **Review of Urban and Regional Development Studies**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 133–152, 2002. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036663675&doi=10.1111%2F1467-940X.00052&partnerID=40&md5=8951824bf03a577101f9006e31bbdd70>.

IVANOV, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [s. l.], v. 136, n. March, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>.

JEEVAN, J. *et al.* The Implications of the Growth of Port Throughput on the Port Capacity: the Case of Malaysian Major Container Seaports. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, [s. l.], v. 3, p. 84–98, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enavi.2015.12.008>.

JEEVAN, J.; CHEN, S. L.; CAHOON, S. Determining the influential factors of dry port operations: worldwide experiences and empirical evidence from Malaysia. **Maritime Economics and Logistics**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 476–494, 2017.

KAPKAEVA, N. *et al.* Digital Platform for Maritime Port Ecosystem: Port of Hamburg Case. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 54, n. 2020, p. 909–917, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.146>.

KARAŚ, A. Smart port as a key to the future development of modern ports. **TransNav**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 27–31, 2020.

KAVIRATHNA, C. A. *et al.* Port development and competition between the Colombo and Hambantota ports in Sri Lanka. **Case Studies on Transport Policy**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 200–211, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.12.003>.

LIU, J. S. *et al.* A survey of DEA applications. **Omega (United Kingdom)**, [s. l.], v. 41, n. 5, p. 893–902, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>.

LIU, Z. **PRODUCTIVE EFFICENCY AND OWNERSHIP: With Reference To British Ports**. 1992. 274 f. - University of London, [s. l.], 1992. Disponível em: <http://qmro.qmul.ac.uk/jspui/handle/123456789/1534>.

LLOYD'S LIST. **One Hundred Ports 2023**. [S. l.]: Informa UK Limited, 2023.

LU, M. *et al.* Green transportation and logistics performance: An improved composite index. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 11, n. 10, p. 1–17, 2019.

MARKOVITS-SOMOGYI, R.; BOKOR, Z. Assessing the logistics efficiency of European countries by using the DEA-PC methodology. **Transport**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 137–145, 2014.

MARTINEZ-BUDRÍA, E. *et al.* A study of the efficiency of Spanish Port Authorities using Data Envelopment Analysis. **International Journal of Transport Economics**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 237–253, 1999. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0032720540&partnerID=40&md5=3158ea3458a300f8673897a375e65f0f>.

MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. *In*: FLEURY, A.; CAUCHICK-

MIGUEL, P. A. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 47–63.

MENDONÇA, M. A. A. de; LOPES FILHO, C. R. da F. U.; OLIVEIRA, J. K. B. da S. A Nova rota da seda e a projeção econômica internacional da China: redes de financiamento e fluxos de Investimento Externo Direto (IED). **Boletim de Economia e Política Internacional**, [s. l.], n. 31, p. 9–37, 2022.

MILAN, G. S.; VIEIRA, G. B. B. Proposição De Um Modelo Conceitual Em Torno Da Prática Da Governança Em Cadeias Logístico-Portuárias. **Revista Gestão Industrial**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 154–174, 2012.

MILANI, P. *et al.* Análise Da Relação Entre Modelo De Gestão Portuária E Eficiência Em Portos De Contêineres. **Revista Gestão Industrial**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 1–25, 2015.

MOMIRSKI, L. A. The Resilience of the Port Cities of Trieste, Rijeka, and Koper. **Journal of Urban History**, [s. l.], v. 47, n. 2, p. 293–316, 2021.

MONIR, M. M. I. **The Role of Port of Chittagong on the economy of Bangladesh**. 2017. 80 f. - Erasmus University Rotterdam, [s. l.], 2017. Disponível em: file:///C:/Users/mho138/Downloads/Thesis-Monirul-Islam-Monir (3).pdf.

MORABITO, R.; PUREZA, V. Modelagem e Simulação. In: CAUCHICK-MIGUEL, P. A. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 167–195.

MUNIM, Z. H. *et al.* Operational and Financial Performance Analysis of Chittagong Port Authority in Comparison with the Maritime and Port Authority of Singapore. **European Journal of Business and Management**, [s. l.], v. 6, n. 38, p. 34–46, 2014.

NAKANO, D. Métodos de Pesquisa Adotados na Engenharia de Produção e Gestão de Operações. In: CAUCHICK-MIGUEL, P. A. (org.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 65–74.

NETIRITH, N.; JI, M. Analysis of the Efficiency of Transport Infrastructure Connectivity and Trade. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 14, n. 15, 2022.

NGUYEN, P. N. *et al.* Competition, market concentration, and relative efficiency of major container ports in Southeast Asia. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 83, n. September 2019, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102653>.

NYEMA, S. M. Factors Influencing Container Terminals Efficiency: a Case Study of Mombasa Entry Port. **European Journal of Logistics Purchasing and Supply Chain Management**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 39–78, 2014. Disponível em: www.eajournals.org.

OLIVEIRA, G. F. de; CARIU, P. A DEA study of the efficiency of 122 iron ore and coal ports and of 15/17 countries in 2005. **Maritime Policy and Management**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 727–743, 2011.

PACAGNELLA, A. C. *et al.* Critical Success Factors for Project Manufacturing Environments. **Project Management Journal**, [s. l.], v. 50, n. 2, p. 243–258, 2019.

PAING, W. P.; PRABNASAK, J. Determinants of Port Performance-Case Study of Five Major Container Ports in Myanmar. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s. l.], v. 639, n. 1, 2019.

PÉREZ, I.; TRUJILLO, L.; GONZÁLEZ, M. M. Efficiency determinants of container

terminals in Latin American and the Caribbean. **Utilities Policy**, [s. l.], v. 41, p. 1–14, 2016.

PETERSON, R. R.; DIPIETRO, R. B.; HARRILL, R. In search of inclusive tourism in the Caribbean: insights from Aruba. **Worldwide Hospitality and Tourism Themes**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 225–243, 2020.

PHAM, T. Q. M.; PARK, G. K.; CHOI, K.-H. The efficiency analysis of world top container ports using two-stage uncertainty DEA model and FCM. **Maritime Business Review**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 2–21, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099942267&doi=10.1108%2FMABR-11-2019-0052&partnerID=40&md5=f1888b5c6a3739266f0a0f8b578eb9ae>.

POLAT, M.; KARA, K.; ACAR, A. Z. Competitiveness based logistics performance index: An empirical analysis in Organisation for Economic Co-operation and Development countries. **Competition and Regulation in Network Industries**, [s. l.], v. 24, n. 2–3, p. 97–119, 2023.

RIOS, L. R.; MAÇADA, A. C. G. Analysing the relative efficiency of container terminals of mercosur using DEA. **Maritime Economics and Logistics**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 331–346, 2006. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33845610595&doi=10.1057%2Fpalgrave.mel.9100168&partnerID=40&md5=d9b9cec67498943a0d11e20cf3cbcb7a>.

ROCHA, P. C. A. **Logística & aduana**. 2. ed. São Paulo: Edições Aduaneiras, 2003.

ROJAS, P. **Introdução à logística portuária e noções de comércio exterior**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ROLL, Y.; HAYUTH, Y. Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). **Maritime Policy and Management**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 153–161, 1993. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0027713375&doi=10.1080%2F03088839300000025&partnerID=40&md5=21a31742cdc046a084eb60caeaf25ec1>.

SALAMA, M. R.; MCGARVEY, R. G. Resilient supply chain to a global pandemic. **International Journal of Production Research**, [s. l.], v. 61, n. 8, p. 2563–2593, 2023. Disponível em: <https://doi.org/00207543.2021.1946726>.

SCHOYEN, H. *et al.* Measuring the contribution of logistics service delivery performance outcomes and deep-sea container liner connectivity on port efficiency. **RESEARCH IN TRANSPORTATION BUSINESS AND MANAGEMENT**, Univ

Coll Southeast Norway, POB 4, NO-3199 Borre, Norway, v. 28, p. 66–76, 2018.

SCHOYEN, H.; ODECK, J. Comparing the productivity of Norwegian and some Nordic and UK container ports - an application of Malmquist productivity index. **INTERNATIONAL JOURNAL OF SHIPPING AND TRANSPORT LOGISTICS**, Buskerud & Vestfold Univ Coll, POB 4, NO-3199 Borre, Norway, v. 9, n. 2, p. 234–256, 2017.

SERRY, A. Polish Container Ports, New Baltic Hubs?. **TransNav**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 365–371, 2023.

SHI, W.; LI, K. X. Themes and tools of maritime transport research during 2000-2014. **Maritime Policy and Management**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 151–169, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/03088839.2016.1274833>.

THE WORLD BANK. **Port Reform Toolkit**. 2. ed. [S. l.]: The International Bank for Reconstruction and Development, 2007.

THE WORLD BANK. Trade Logistic in the Global Economy. [s. l.], p. 1–90, 2023.

TONE, K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 130, p. 498–509, 2001.

TONGZON, J. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 107–122, 2001. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034746143&doi=10.1016%2FS0965-8564%2899%2900049-X&partnerID=40&md5=5796be57dc38fd4fedfd0200a2ed1cbe>.

TSUI, S. *et al.* One belt, one road: China's Strategy for a New Global financial order. **Monthly Review**, [s. l.], v. 68, n. 8, p. 36–45, 2017.

UN DESA. **World Economic Situation and Prospects 2023**. [S. l.]: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2023-. ISSN 978-92-1-109162-5. Disponível em: http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_current/2011wesp.pdf.

UNCTAD. **Handbook of Statistics 2021**. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2021. v. 193 Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/tdstat46_en.pdf.

UNCTAD. **Maritime profile**. [S. l.], 2024. Disponível em:

<https://unctadstat.unctad.org/CountryProfile/MaritimeProfile/en-GB/004/index.html>.

UNCTAD. **Port performance indicators**. Geneva: [s. n.], 1976. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/tdbc4d131sup1rev1_en.pdf. .

WANG, T. F.; CULLINANE, K. The efficiency of European container terminals and implications for supply chain management. **Maritime Economics and Logistics**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 82–99, 2006. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33644530721&doi=10.1057%2Fpalgrave.mel.9100151&partnerID=40&md5=d2b764ea16f6864883aedba2d8bcebe0>.

WIEGMANS, B.; DEKKER, S. Benchmarking deep-sea port performance in the Hamburg-Le Havre range. **Benchmarking**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 96–112, 2016. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84953314186&doi=10.1108%2FBIJ-04-2013-0050&partnerID=40&md5=6fed4d3ba6185e8cebf4d62f460574a4>.

WTO. **World Trade Statistical Review**. [S. l.]: World Trade Organization, 2022-. ISSN 1098-6596. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtsr_2023_e.pdf.

WU, L.; WANG, C. Evaluating Shipping Efficiency in Chinese Port Cities: Four-Stage Bootstrap DEA Model. **Journal of Marine Science and Engineering**, [s. l.], v. 10, n. 7, 2022.

XAVIER, D. L. de J. *et al.* Agricultural International Trade by Brazilian Ports: A Study Using Social Network Analysis. **Agriculture (Switzerland)**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 1–13, 2023.

XU, L. **Analysis on Seaports Overseas Cooperation: the Case of CMPort and Djibouti Port**. 2017. 75 f. - Erasmus University Rotterdam, [s. l.], 2017.

YAN, R. *et al.* Emerging approaches applied to maritime transport research: Past and future. **Communications in Transportation Research**, [s. l.], v. 1, n. October, p. 100011, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.commtr.2021.100011>.

YU, M. M.; HSIAO, B. Measuring the technology gap and logistics performance of individual countries by using a meta-DEA-AR model. **Maritime Policy and Management**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 98–120, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/03088839.2015.1037372>.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Variáveis utilizadas no modelo DEA-VRS orientado à output para cálculo das eficiências operacional e econômica.

Quadro 1: Países e variáveis do modelo DEA-VRS (elaborado pela autora).

Economia	Razão costa/área (m/km ²)	Número de portos (unidades)	Taxa de transferência de contêineres (TEU)	Tempo médio de atracação no porto (dias)	Mercadorias comercializadas (Milhões US\$)
África do Sul	3,10	39	4.415.223	3,3	136.208
Alemanha	10,40	485	14.716.437	1,7	3.228.329
Angola	1,80	40	604.987	3,1	69.078
Arábia Saudita	3,50	40	9.875.946	1,1	601.061
Argentina	3,10	74	1.791.816	1,8	169.967
Aruba	594,40	2	57.062	1,8	1.579
Austrália	8,60	339	8.153.919	2,0	721.750
Bahamas	1122,70	221	1.792.780	1,3	4.592
Bahrein	324,80	7	404.904	2,0	45.731
Bangladesh	25,40	6	3.271.732	2,9	142.930
Bélgica	2,50	80	13.075.891	1,6	1.258.931
Brasil	4,00	148	11.801.530	1,0	626.381
Bulgária	4,20	17	245.160	1,3	108.288
Cabo Verde	278,20	14	79.754	2,7	928
Cambodja	6,40	5	732.387	0,9	52.277
Canadá	29,60	1351	7.169.607	2,7	1.180.993
Catar	79,10	16	1.543.600	0,7	164.443
Chile	105,70	101	4.582.798	1,5	203.078
China	3,20	282	262.605.700	1,1	6.309.674
Chipre	72,60	27	319.131	0,7	16.357
Colômbia	5,30	29	4.901.510	0,7	134.413
Congo	0,60	19	1.003.734	2,4	13.721
Coreia do Sul	127,80	104	29.786.900	1,0	1.414.954
Costa do Marfim	2,50	6	1.015.624	0,7	34.384
Costa Rica	40,50	15	1.523.198	0,7	40.437
Croácia	101,20	714	367.646	1,1	69.606
Cuba	139,90	51	246.352	1,4	11.043
Curaçao	813,10	10	92.640	1,4	2.576
Dinamarca	132,90	624	1.055.262	0,8	256.660
Djibouti	19,10	2	692.000	0,8	9.902
Egito	5,90	53	7.321.888	1,3	134.689
El Salvador	36,50	6	294.326	1,3	24.223
Emirados Árabes Unidos	40,40	63	19.182.000	1,6	953.307
Equador	18,50	29	2.593.926	1,1	65.707
Eslovênia	2,00	6	997.000	1,3	139.439
Espanha	14,50	364	17.712.459	1,0	911.718
Estônia	69,10	74	227.000	1,0	48.632
Filipinas	113,70	157	8.491.399	1,3	224.796
Finlândia	102,40	906	1.409.037	1,4	183.292
França	14,60	508	6.384.344	1,5	1.436.114
Gana	3,30	8	1.604.724	1,2	32.116
Geórgia	5,40	10	401.269	1,7	19.131
Granada	741,10	17	22.117	0,4	627
Grécia	117,50	633	6.069.480	1,4	155.087
Guatemala	4,20	7	1.735.500	0,7	47.811
Holanda	56,80	588	15.781.756	1,3	1.865.018
Honduras	16,80	18	824.876	0,6	29.751
Iêmen	6,00	16	418.711	3,6	903
Ilhas Maurício	244,30	3	436.398	1,5	8.997

continua...

...continuação do Quadro 1:

Economia	Razão costa/área (m/km ²)	Número de portos (unidades)	Taxa de transferência de contêineres (TEU)	Tempo médio de atracação no porto (dias)	Mercadorias comercializadas (Milhões US\$)
Índia	5,80	137	19.937.138	1,1	1.173.840
Indonésia	50,70	316	11.804.619	1,8	529.426
Irã	3,60	110	1.550.304	1,7	132.646
Irlanda	93,40	196	1.143.007	1,3	359.736
Islândia	84,40	76	390.000	0,8	16.980
Israel	9,50	13	3.133.000	1,5	180.854
Itália	31,20	596	11.303.247	1,3	1.346.294
Jamaica	82,60	19	1.975.401	1,4	9.633
Japão	79,60	1059	22.204.259	0,5	1.644.162
Jordânia	0,30	3	765.662	0,5	39.670
Letônia	9,10	17	434.388	1,4	53.618
Líbano	28,70	16	675.077	1,4	23.872
Lituânia	4,10	4	667.000	0,8	101.278
Malásia	28,40	91	28.261.849	1,2	646.791
Malta	618,80	14	2.973.159	1,3	11.772
Marrocos	4,50	46	8.457.129	0,4	113.288
México	12,20	124	7.852.230	1,1	1.204.518
Mianmar	22,50	6	1.090.000	2,0	34.488
Moçambique	8,80	20	440.582	0,4	22.946
Namíbia	2,10	4	154.207	1,3	14.244
Nicarágua	15,90	17	172.544	1,2	18.607
Nigéria	3,40	40	1.566.109	3,4	123.427
Noruega	146,00	906	881.238	0,5	355.350
Nova Zelândia	65,40	71	3.250.748	1,6	99.321
Omã	9,10	38	5.226.000	0,9	105.160
Panamá	76,00	88	8.623.927	1,1	44.527
Paquistão	3,40	9	3.548.000	0,9	102.008
Peru	2,60	46	2.874.109	0,9	122.266
Polónia	3,40	24	3.187.943	1,4	741.729
Portugal	30,90	79	3.276.794	1,1	197.121
Quênia	2,80	5	1.435.565	0,5	28.578
Reino Unido	81,50	644	9.844.540	1,2	1.354.158
República Dominicana	33,40	33	2.184.754	1,1	44.520
Romênia	3,00	31	631.964	2,5	229.198
Rússia	6,70	251	5.260.825	2,2	868.681
Senegal	6,90	8	769.358	1,1	5.413
Singapura	373,30	33	37.470.000	1,2	991.379
Sri Lanka	45,70	12	7.250.000	1,3	31.398
Sudão	1,20	5	320.274	6,2	15.452
Suécia	64,80	1082	1.635.394	1,0	400.003
Suriname	4,00	7	109.600	6,2	4.383
Tailândia	13,80	45	10.436.689	1,0	590.259
Tanzânia	3,90	18	700.000	0,8	21.044
Togo	0,97	4	1.986.131	1,4	4.109
Trindade e Tobago	137,20	20	410.395	0,9	19.518
Tunísia	12,40	50	469.568	0,9	45.217
Turquia	10,60	309	12.591.327	1,0	617.902
Uruguai	6,30	22	977.922	1,2	24.158
Vietnã	36,40	42	18.359.845	0,9	730.436