

EMERSON GAIO ROBERTO

NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM NO BRASIL

verificação de sua eficiência por Análise Envoltória de Dados e
identificação de boas práticas dos *benchmarks*

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia
apresentada ao Departamento de Estudos da
Escola Superior de Guerra como requisito à
obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de
Política e Estratégia.

Orientador: CMG (RM1) Francisco José de Matos.

Coorientador: Prof. Luiz Octávio Gavião.

Rio de Janeiro

2019

Este trabalho, nos termos de legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado propriedade da ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA (ESG). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa. Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do autor e não expressam qualquer orientação institucional da ESG.

Assinatura do autor

Biblioteca Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R639n Roberto, Emerson Gaio.

Navegação de cabotagem: verificação da eficiência por análise envoltória de dados e identificação de boas práticas dos benchmarks / Capitão de Mar e Guerra Emerson Gaio Roberto. - Rio de Janeiro: ESG, 2019.

59 f.

Orientador: CMG (Rm1) Francisco José de Matos.

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Octávio Gavião.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE), 2019.

1. Navegação de cabotagem - Brasil. 2. Benchmarking (Administração). 3. Análise envoltória de dados. I. Título.

À minha esposa e filhas, pelo apoio incondicional e compreensão por meu afastamento do seio familiar em busca da conquista de mais um desafio profissional.

AGRADECIMENTO

A Deus, por todas as oportunidades que encontrei ao trilhar meus caminhos.

Aos professores, mestres, Comandantes e amigos, pelos ensinamentos de toda uma vida.

Ao meu orientador, CMG Matos, pela tranquilidade e condução segura dos rumos deste trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Doutor Gavião, pelos ensinamentos que permitiram a utilização da Análise Envoltória de Dados.

Aos amigos estagiários da melhor Turma do CAEPE de todos os tempos, pelo fraterno e agradável convívio.

Ao Comando, Corpo Permanente e servidores da ESG pelo convívio respeitoso e agradável e pelo empenho em prol do CAEPE.

RESUMO

Esta monografia verifica a eficiência da navegação de cabotagem no Brasil por meio de Análise Envoltória de Dados (DEA) e apresenta boas práticas de *benchmarks* que possam orientar políticas e investimentos em infraestrutura. Seu objetivo é quantificar a necessidade de crescimento da cabotagem brasileira para que possa ser considerada eficiente e seja aumentada sua participação na matriz de transporte de cargas, que foi de 11% em 2015. A pesquisa foi realizada em três etapas, sendo a primeira composta pela definição das variáveis a serem utilizadas e dos países a serem submetidos à ferramenta DEA. Na segunda etapa foi selecionado o método DEA CCR orientado a *output* e realizados os cálculos que indicaram a ineficiência da navegação de cabotagem brasileira em relação a vários outros países de similar expressão econômica, tendo sido indicados a Holanda e a Turquia como *benchmarks* no espaço amostral selecionado. A terceira etapa da pesquisa identificou boas práticas dos *benchmarks* que possam ser adotadas pelo Brasil, tendo sido a União Europeia (UE), por sua grande influência sobre os *benchmarks*, incluída nesta etapa. A conclusão da pesquisa foi que as boas práticas identificadas são decorrentes de políticas de incentivo à navegação de cabotagem e à intermodalidade em implementação há pelo menos duas décadas e, mesmo já respondendo por 33% da matriz de transporte de cargas da UE, busca-se o seu aumento naquela União em função de sua maior sustentabilidade e seus menores custos, sendo referencial válido para o aprimoramento da atividade no Brasil.

Palavras chave: Navegação de cabotagem - Brasil. Benchmarking (Administração). Análise envoltória de dados.

ABSTRACT

This monograph verifies the efficiency of maritime cabotage (also known as Short Sea Shipping – SSS) in Brazil through Data Envelopment Analysis (DEA) and presents benchmarks best practices that can guide infrastructure policies and investments. Its objective is to quantify the need for growth of Brazilian cabotage so that it can be considered efficient and its participation in the cargo transport matrix increased, which was 11% in 2015. The research was conducted in three stages, the first consisting of definition of the variables to be used and the countries to be submitted to the DEA tool. In the second stage, the output-oriented DEA CCR method was selected and the calculations that indicated the inefficiency of Brazilian maritime cabotage in relation to several other countries of similar economic expression were performed, and the Netherlands and Turkey were indicated as benchmarks in the selected sample space. The third stage of the research identified benchmarks best practices that could be adopted by Brazil, and the European Union (EU), for its great influence on benchmarks, was included in this stage. The conclusion of the survey was that the best practices identified are derived from policies to encourage Short Sea Shipping and intermodality in implementation for at least two decades and, even accounting for 33% of the cargo transport matrix, the EU seeks its increase due to its greater sustainability and lower costs, being a valid reference for the improvement of the activity in Brazil.

Keywords: *Maritime cabotage - Brazil. Short Sea Shipping - Brazil. Benchmarking. Data Envelopment Analysis.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Etapas da pesquisa.....	19
FIGURA 2	Parcela de SSS no total transportado nos vinte maiores portos de SSS da UE.....	32
FIGURA 3	Conexões do porto de Roterdã com a hinterlândia e com outros portos.....	33
FIGURA 4	Mapa conceitual da política europeia para transporte marítimo.....	38
FIGURA 5	Autoestradas marítimas da Europa (MoS).....	40
FIGURA 6	Função de produção: variações da produtividade e da eficiência.....	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Vinte países com maior PIB em 2018.....	23
TABELA 2	Extensão do litoral.....	24
TABELA 3	Total de cargas movimentadas na navegação de cabotagem.....	25
TABELA 4	Modelo DEA CCR orientado a output.....	27
TABELA 5	Transporte de cargas pelo Short Sea Shipping (2008 – 2017).....	30
TABELA 6	DMU ordenadas por eficiência.....	35
TABELA 7	Cargas containerizadas transportadas pela cabotagem.....	43
TABELA 8	Comparação entre os modais.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASEAN	Associação das Nações do Sudeste Asiático
BCC	Modelo DEA criado por BANKER, CHARNES & COOPER
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Social
CCR	Modelo DEA criado por CHARNES, COOPER & RODHES
CE	Comissão Europeia
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
CTP	<i>Common Transport Policy</i>
DEA	Análise Envoltória de Dados (<i>Data Envelopment Analysis</i>)
DMU	Unidades que Tomam Decisão (<i>Decision Making Unit</i>)
EBN	Empresa Brasileira de Navegação
EMTP	Política Europeia de Transporte Marítimo (<i>European Maritime Transport Policy</i>)
END	Estratégia Nacional de Defesa
ESA	Agência Espacial Europeia
Eurostat	Serviço de Estatística da União Europeia
FMI	Fundo Monetário Internacional
GHG	Emissão de gases de efeito estufa (<i>Greenhouse gas emissions</i>)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MoS	Autoestradas Marítimas (<i>Motorways of the Sea</i>)
PACT	<i>Pilot action for combined transport</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PNT	Política Nacional de Transportes
SSS	<i>Short Sea Shipping</i> (navegação de cabotagem)
TEN-T	<i>Trans-European Network</i>
TEU	Unidades Equivalentes de Transporte (<i>Twenty Foot Equivalent Unit</i>)
TKU	Tonelada por quilômetro útil
UE	União Europeia
UNCTAD	<i>United Nations Conference on Trade and Development</i>
VRS	Retornos variáveis de escala

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVO GERAL.....	12
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	12
1.5	RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	13
1.6	QUESTÕES DA PESQUISA	13
1.7	ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA.....	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	A NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM.....	15
2.2	A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E SUA APLICAÇÃO EM PORTOS	16
3	METODOLOGIA	19
4	APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	22
4.1	DEFINIÇÃO DAS <i>DECISION-MAKING UNITS</i>	22
4.2	DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	23
4.2.1	Produto Interno Bruto	23
4.2.2	Extensão do litoral	24
4.2.3	Total de cargas movimentadas	25
4.3	ESTABELECIMENTO DAS FRONTEIRAS DE EFICIÊNCIA	27
4.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	28
5	ANÁLISE DOS BENCHMARKS	29
5.1	HOLANDA	29
5.2	TURQUIA	34
5.3	O SHORT SEA SHIPPING NA UNIÃO EUROPEIA	35
5.3.1	Programas de incentivos ao <i>Short Sea Shipping</i> na UE	36
5.3.1.1	<i>Trans-European transport network (TEN-T)</i>	38
5.3.1.2	<i>Pilot Action for Combined Transport (PACT) (1992–2001)</i>	40
5.3.1.3	Marco Polo I e Marco Polo II (2003–2013)	41
5.3.2	Análise dos programas de incentivo	41
5.4	A NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM NO BRASIL.....	42
5.4.1	Cenário atual da navegação de cabotagem no Brasil	42

5.4.2	Possíveis benefícios resultantes do incremento da navegação de cabotagem.....	44
5.4.3	Medidas em andamento para o aumento da participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte brasileira	45
6	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE A – CONCEITOS E ELEMENTOS MATEMÁTICOS DO MODELO DEA.....	52

1 INTRODUÇÃO

A navegação de cabotagem foi o modal de transporte preponderante em grande parte da história do Brasil, tendo sido primordial para a unificação do país ao permitir o transporte de cargas e pessoas entre os vários pontos de seu extenso litoral. No entanto, sua importância decresceu enormemente nos últimos cem anos quando incentivos ao transporte rodoviário e à indústria automobilística passaram a ser praticados. Tais políticas de incentivos geraram um relevante desequilíbrio estrutural na matriz de transportes brasileira, o que induz a ineficiências e contribui para o aumento do custo logístico.

A preponderância do modal rodoviário encontra-se registrada na recente Política Nacional de Transportes (PNT), que atesta que, em 2015, o mesmo foi responsável por 65% do transporte de cargas, seguido pelo ferroviário, com 15%; pela cabotagem, com 11%; pelo hidroviário, com 5%; e o dutoviário, com 4% (BRASIL, 2018). Nesse contexto, faz-se necessária a realização de investimentos e adoção de políticas que permitam um reequilíbrio entre modais, com vistas a uma maior eficiência da matriz nacional de transporte como um todo.

Segundo o Conselho Federal de Administração (CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2013, p. 58), o Brasil possui um litoral de quase 7.500 quilômetros de extensão e cerca de 63 mil quilômetros de rios, dos quais 63,5% com potencial de navegação. Contudo, esta imensa potencialidade é subempregada no que diz respeito ao transporte de cargas. A navegação de cabotagem, por seu diferencial competitivo de baixo custo para a condução de grandes cargas a longas distâncias, é o modal de transporte que pode usufruir melhor destas características naturais e contribuir para o aumento da eficiência da matriz de transporte de cargas.

Além do Brasil, diversos outros países também empregam a navegação de cabotagem e diferem bastante na participação desse modal em suas matrizes de transporte. Na Europa, por exemplo, a navegação de cabotagem responde por, aproximadamente, 33% do transporte de cargas e há uma forte política de incentivos para aumentar essa participação. A citada política tem como propósito reduzir o número de caminhões nas já congestionadas estradas e tornar a matriz de transporte mais sustentável (VAN DEN BOS; WIEGMANS, 2018, p. 1). Por outro lado, outros países com extensos litorais, tal como a Rússia e o Canadá, possuem parcelas muito pequenas de participação da navegação de cabotagem em suas matrizes de

transporte. Comparativamente, Canadá e Rússia transportam por cabotagem cerca de três e dez vezes menos carga, respectivamente, que o Brasil.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A correção do desequilíbrio estrutural da matriz de transporte de cargas brasileira demanda a alteração das participações dos modais existentes. Nesse sentido, deve-se assumir que o país apresenta potencial para ampliar sua capacidade de transporte pela navegação de cabotagem. Outros países com extensão litorânea comparável à do Brasil têm explorado esse modal de maneira mais produtiva ao transportarem quantidades mais significativas de produtos. Entretanto, o quanto é possível crescer nesse setor a fim de tornar o país mais eficiente no transporte de cargas tomando por base um conjunto de países considerados referências na navegação de cabotagem?

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é quantificar o potencial de crescimento da navegação de cabotagem brasileira e indicar boas práticas de outros países a serem adotados como referências.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Selecionar os países e as variáveis a serem submetidos à Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*);
- b) Comparar, utilizando a ferramenta DEA, a eficiência da navegação de cabotagem brasileira no transporte de cargas com a mesma eficiência em outros países; e
- c) Identificar, caso pertinente, países e boas práticas que possam ser utilizados como referências ao Brasil visando a incrementar a participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte de cargas a fim de torná-la mais eficiente.

1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A PNT estabelece que o transporte aquaviário de cargas possui a seguinte tipologia, com base no tipo de navegação realizada: navegação de longo curso, navegação de cabotagem e navegação interior (2018, p. 60). A primeira categoria,

longo curso, volta-se para o transporte de cargas entre países, preponderantemente nos movimentos de importação e exportação. Para o transporte interno de cargas, a categoria de transporte aquaviário com maior relevância é a navegação de cabotagem, com 11% de participação, seguido pela navegação interior, com 5% de participação. O estudo ora realizado ficará restrito à navegação de cabotagem por ser o modal capaz de atender a maior parcela da população e da produção econômica do país, cuja distribuição geográfica está concentrada próximo ao litoral.

Para o processo de comparação por Análise Envoltória de Dados, os países a serem considerados são aqueles que possuam atividade de cabotagem e que figurem entre as vinte maiores economias mundiais em termos do Produto Interno Bruto (PIB). Buscar-se-á, desta forma, a comparação do Brasil, que possuiu, em 2018, o nono maior PIB mundial de acordo com dados do Fundo Monetário Internacional, com países que possuam a expressão econômica do Poder Nacional não muito díspar.

1.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A dependência excessiva do modal rodoviário para o transporte de cargas no Brasil ficou evidente durante a greve dos caminhoneiros ocorrida em maio de 2018. Parcela considerável da população brasileira foi vítima dos reflexos da referida greve. Uma matriz de transportes mais eficiente e com maior participação de outros modais possivelmente poderia ter reduzido os efeitos da paralisação que afetaram a sensação de segurança da população brasileira. Desta feita, o estudo pode ter relevância para a Segurança. Por outro lado, a racionalização e otimização da matriz de transporte existente contribui para a redução dos custos logísticos e, por conseguinte, para o crescimento econômico e desenvolvimento social. Assim sendo, uma matriz mais eficiente contribuirá diretamente para o Desenvolvimento Nacional.

1.6 QUESTÕES DA PESQUISA

Para o trabalho proposto, as seguintes questões deverão ser respondidas:

- Quais os países e variáveis devem ser submetidos à Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) para que a eficiência relativa da navegação de cabotagem brasileira no transporte de cargas possa ser verificada?

- Qual é a eficiência relativa da participação da navegação de cabotagem brasileira no transporte de cargas indicada pelo método DEA, em comparação com outros países?
- Que países e boas práticas, caso pertinente, podem ser utilizados como referências ao Brasil para o incremento da participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte de cargas a fim de torná-la mais eficiente?

1.7 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho constitui-se em seis capítulos. O primeiro, Introdução, restou expostos o problema, os objetivos, a delimitação e a relevância do estudo. O Capítulo 2 propõe-se a estabelecer o Referencial Teórico para a navegação de cabotagem e para a Análise Envoltória de Dados. O capítulo 3 apresenta a Metodologia empregada. O Capítulo 4 dedica-se ao método DEA aplicado ao problema em pauta. O Capítulo 5 propõe-se a analisar os países indicados como referências e suas boas práticas. O Capítulo 6 conclui a pesquisa, ressaltando os principais pontos e sintetizando as principais sugestões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta os conceitos mais relevantes e outros estudos realizados sobre o assunto.

2.1 A NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM

A navegação de cabotagem é definida em legislação nacional como sendo aquela que é “realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores” (BRASIL, 1997). À luz desta definição, temos que o Brasil possui um extenso litoral e expressiva quantidade de cursos de água navegáveis que desaguam no oceano Atlântico. Também é certo que grande parte de sua população e sua economia estão concentradas próximas ao litoral. Considerando tais pontos, a navegação de cabotagem deveria ter, naturalmente, grande relevância na matriz de transportes de cargas. No entanto, conforme exposto anteriormente, a participação da cabotagem em 2015 foi de apenas 11% da referida matriz, enquanto o transporte rodoviário respondeu por 65% (BRASIL, 2018, p. 21).

A PNT igualmente estabelece, em seu Caderno de Estratégias Governamentais para o Modo Aquaviário, entre outras estratégias, “reduzir os custos operacionais do transporte por cabotagem a fim de incentivar maior participação deste modo de transporte na movimentação de bens e insumos” (2018, p. 67). Contudo, não consta da PNT orientação de qual seria o citado incremento de participação que possa ser estabelecido como meta a atingir.

Complementarmente, cabe destacar que a Estratégia Nacional de Defesa (END), ao definir a Capacidade de Mobilidade Estratégica, estabelece que se deve dispor de infraestrutura logística de transporte com capacidade multimodal que permita às Forças Armadas se deslocarem rapidamente para a área de emprego quando assim impuser a defesa dos interesses nacionais (BRASIL, 2016). Desta feita, o incremento da participação da navegação de cabotagem poderá também contribuir para o atendimento ao disposto na END.

Em revisão da literatura sobre a navegação de cabotagem, é possível encontrar uma grande profusão de trabalhos sobre o assunto, evidenciando sua importância. Entre eles, Papadimitriou *et al.* (2018) estabelece que não há uma definição formal e universalmente aceita para “navegação de cabotagem”, conhecida

em muitos países como *Short Sea Shipping* (SSS). Para esses autores, em linhas gerais, o SSS diz respeito ao transporte de cargas e passageiros por meio de transporte aquaviário em uma distância limitada e sem cruzar um oceano. O referido trabalho contribui para a presente pesquisa ao informar que o SSS tem aumentado em importância mundialmente nos últimos quinze anos e que, especificamente na União Europeia (UE), presta um papel importante na política de transportes, o que atrai diversos incentivos. Estabelece também que o SSS é amplamente reconhecido como de maior sustentabilidade e mais eficiente que o transporte rodoviário, apresentando-se como uma alternativa viável para este último.

Paixão Casaca *et al.* (2017) estabelecem que o mercado interno brasileiro possui um importante papel no comportamento da economia do país, que se integra ao mercado mundial principalmente pelo comércio marítimo de *commodities*. Como ponto positivo para a navegação de cabotagem, os autores pontuam um crescimento no volume de transporte de contêineres, em média, de 11,3% ao ano entre 2001 e 2014. Ressaltam igualmente que várias pesquisas realizadas focaram na baixa participação da cabotagem na matriz de transporte, porém, somente recentemente, foram realizados estudos mais detalhados sobre critérios de escolha que possam levar transportadores a preferir o modal aquaviário.

2.2 A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E SUA APLICAÇÃO EM PORTOS

A Análise Envoltória de Dados (DEA) tem por objetivo avaliar a eficiência relativa de uma amostra de organizações produtivas em termos comparativos aos melhores padrões de excelência (*benchmarks*) da amostra. O modelo matemático em DEA permite o estabelecimento das fronteiras de eficiência das organizações comparadas, indicando, assim, referências (ou *benchmarks*) para as organizações aquém da referida fronteira. Em DEA, não é necessário estabelecer a relação funcional entre insumos e produtos (FERREIRA; GOMES, 2009, p. 19). Um aprofundamento dos conceitos e dos elementos matemáticos do método DEA são apresentados no APÊNDICE A.

A busca nas principais bases de publicações científicas sobre a aplicação do método DEA no transporte aquaviário no Brasil permite identificar trabalhos sobre eficiência portuária de interesse para essa pesquisa.

Fontes e Mello (2006) avaliaram a eficiência portuária de trinta e um portos brasileiros nos anos 2002, 2003 e 2004, tendo usado, como *input*, a extensão total de

cais aportável (m) e, como *outputs*, a movimentação total de embarcações naquele triênio e a movimentação total da carga transportada em toneladas dentro e fora do cais. Sousa Júnior *et al.* (2009) mediram a eficiência de vinte e dois portos da região nordeste brasileira considerando dois *inputs* (comprimento dos berços e calado admissível) e um *output* (movimentação em toneladas ou em número de contêineres). Macedo e Manhães (2009) analisaram a eficiência de dez terminais de contêineres no Brasil, utilizando, como *inputs*, a área total das instalações, a extensão média dos berços e o calado dos berços de atracação; e, como *outputs*, a movimentação e a produtividade na movimentação de contêineres. Falcão e Correia levantaram evidências do desempenho das técnicas existentes e sua adequação para a avaliação da eficiência portuária, tendo concluído que “uma união entre as metodologias DEA e SFA¹ constitua o primeiro passo para o nascimento de um método apropriado à realidade portuária” (2012, p. 145). Pires e Silva (2017) analisaram seis terminais de contêineres da região sul utilizando, como parâmetros, o calado, número de equipamentos, quantidade de berços, área total, extensão do cais e carga movimentada. Cabral e Ramos (2018) avaliaram a eficiência técnica de quarenta e quatro portos brasileiros que operaram contêineres em 2016, utilizando, como *inputs*, a profundidade do cais, o comprimento e o número de berços de atracação; e, como *outputs*, o número de contêineres operados, número médio de movimentos por hora e o número médio carregado por navio.

Em função da literatura revisada e limitando o escopo ao Brasil, conclui-se que a Análise Envoltória de Dados é empregada de forma frequente em estudos de eficiência portuária; no entanto, não foi encontrado seu emprego para a comparação da eficiência do Brasil a nível macro, entre países, com intuito de serem estabelecidos *benchmarks* entre eles.

Expandindo o escopo da revisão da literatura para publicações científicas estrangeiras, resta possível verificar que Barros e Atahnassiou (2015) compararam a eficiência dos portos marítimos da Grécia e de Portugal utilizando o método DEA a fim de determinar as referências e as melhores práticas entre aqueles portos. Oliveira e Cariou (2015) investigaram como o grau de competição entre portos medida em âmbito local, regional e global impacta a eficiência de um terminal de contêineres.

¹ SFA - *Stochastic Frontier Analysis* - metodologia paramétrica e estocástica, definida como um modelo descrito a partir de uma equação linear.

Kutin; Nguyen e Valée (2017) analisaram a eficiência relativa de cinquenta portos e terminais de contêineres existentes em países da Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN) de acordo com o seu sistema de localização e movimentação de tais cargas. Pjevcevic *et al* (2017) aplicaram o método DEA para estudar a movimentação de contêineres considerando os custos médios de operação, os custos operacionais médios dos equipamentos empregados e o número médio de contêineres de importação por navio. Wiegmans e Witte (2017) analisaram a eficiência de terminais fluviais de contêineres considerando pátios, guindastes, horas de operação e a área do terminal. Wiśnicki *et al* apresentaram um método para avaliar a eficiência dos terminais de contêineres portuários, analisando nove terminais europeus que utilizam diferentes tecnologias de manipulação. Medal-Bartual *et al* (2017) avaliaram a eficiência técnica de trinta e três portos localizados na Península Ibérica. Gamassa e Chen (2017) compararam a eficiência portuária dos portos localizados na costa ocidental e oriental da África, utilizando, como parâmetros, a área total do terminal, o número de guindastes, o número de berços e o comprimento do cais de atracação. Cheon *et al.* (2017) examinaram a conexão entre as performances econômica e ambiental nos dez maiores portos marítimos dos Estados Unidos da América. Rajasekar e Deo (2018) estudaram os portos da Índia, verificando a hipótese de que o tamanho do porto não é fator determinante para sua eficiência.

Da análise das publicações científicas conclui-se que, no ambiente externo ao Brasil, a DEA também é empregada de forma frequente em estudos de eficiência portuária; no entanto, não se verifica seu emprego para a comparação da eficiência entre países com intuito de serem estabelecidos *benchmarks* entre eles.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em três etapas conforme ilustrado na FIG. 1.

A primeira etapa estrutura o problema DEA através da seleção das Unidades que Tomam Decisão (*Decision Making Unit* – DMU), da definição das variáveis e da coleta dos dados para a modelagem. A segunda etapa efetua os cálculos do retorno de escala, seleciona a orientação do modelo e calcula as eficiências, folgas e referências (*benchmark*) do modelo. A terceira etapa analisa os resultados através da definição das metas e referências para o Brasil e apresenta sugestões de boas práticas.

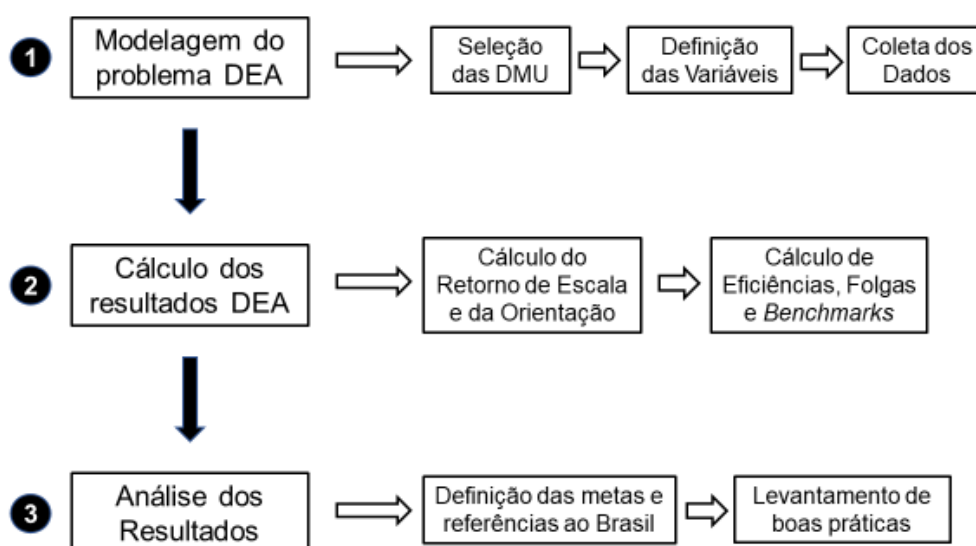


FIG. 1 – Etapas da pesquisa

Na primeira etapa, em relação à seleção das DMU, dois aspectos foram relevantes. O primeiro aspecto refere-se ao espaço amostral de países a serem analisados e o(s) critério(s) para tal escolha. A navegação de cabotagem é uma atividade intimamente ligada à economia nacional, estimulando o comércio de produtos em larga escala. Isto orientou a busca de países com base no perfil econômico, independentemente de sua localização geográfica ou de outros critérios de agrupamento de países (i.e., Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), blocos econômicos etc).

Outro aspecto importante à seleção das DMU refere-se à quantidade de países selecionados ao estudo. A modelagem em DEA permite discriminar os

resultados em melhores condições na medida em que a quantidade de DMU excede a quantidade de variáveis (i.e. *inputs* e *outputs*) do problema. Existem autores que sugerem uma relação mínima de duas, três ou mais vezes a quantidade de DMU em relação às variáveis (DYSON *et al.*, 2001; MELLO *et. al.*, 2005).

No que concerne à escolha das variáveis, apesar de não ser necessário o estabelecimento de relação funcional entre insumo e produto, buscou-se utilizar variáveis que, como *input*, pudessem ter relação direta com a atividade de cabotagem, justificando seu tamanho; e, como *output*, pudessem expressar a quantidade efetiva de navegação de cabotagem realizada.

A coleta dos dados de cada país privilegiou as informações estatísticas oficiais disponíveis em portais eletrônicos. Desta forma, alguns países não puderam ser incluídos no estudo em função da inexistência de dados oficiais, por possuírem navegação de cabotagem incipiente ou mesmo por não contabilizarem seus dados de forma específica e sistemática para aquele modal de transporte.

Na segunda etapa, utilizou-se o *software* R para efetuar os cálculos do problema (R:, 2019), restando esta dividida em duas fases: cálculo do retorno de escala e da orientação; e cálculo de eficiências, folgas e *benchmarks*.

Em relação aos tipos de retornos de escala, os modelos clássicos podem ser classificados em “constante” ou “variável”. O modelo de retornos constantes de escala foi proposto originalmente por Charnes *et al.* (1978) e é denominado CCR, em decorrência das iniciais dos autores que o propuseram, ou CRS, de “*constant returns to scale*”. O modelo CCR considera que qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). O modelo BCC, desenvolvido por Banker *et al.* (1984), considera retornos variáveis de escala (VRS), substituindo o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade. Nesse caso, a fronteira de eficiência deixa de ser linear (CCR), passando a ser convexa, o que permite que DMU operando com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala (MELLO *et. al.*, 2005). Os cálculos foram efetuados com o aplicativo “rDEA” do *software* R (SIMM e BESSTREMYANNAYA; 2016). A função “rts” de tal aplicativo efetua um teste de hipótese para indicar o modelo DEA com retorno constante ou variável de escala. No teste, a hipótese nula de retornos constantes de escala não foi rejeitada, tendo em vista que o valor-p restou superior a 0,05,

considerando o intervalo de confiança de 95%. Assim, o problema estrutura-se com o modelo DEA CCR.

O modelo DEA clássico (i.e., CCR ou BCC) requer a escolha da orientação dos resultados, podendo o ser a *inputs* ou a *outputs*. Quando orientado a *inputs*, a modelagem indica o quanto os insumos devem ser reduzidos para que as DMU ineficientes passem a ocupar a fronteira de eficiência. Por outro lado, o modelo DEA orientado a *output* indicará o quanto os resultados das DMU ineficientes podem ser ampliados para torná-las eficientes. Os resultados dessas modelagens encerram informações quantitativas que devem ser analisadas sob o ponto de vista de boas práticas gerenciais que permitam reduzir insumos e/ou ampliar os resultados indicados numericamente (MELLO *et. al*, 2005).

Na fase final da segunda etapa empregou-se o aplicativo “Benchmarking” (BOGETOFT e OTTO, 2018) para cálculo de eficiências, folgas e referências (*benchmarks*) para a gestão dos países ineficientes.

Na terceira etapa analisaram-se os resultados com vistas à definição das metas a serem perseguidas pelos países com baixa eficiência e para a identificação das boas práticas dos países que foram apontados como referência pelo método DEA. Esse levantamento das boas práticas é essencialmente de natureza qualitativa, sendo assim conduzido através de pesquisa bibliográfica.

4 APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

Este capítulo visa a atingir dois objetivos intermediários definidos para a pesquisa. Inicialmente definiram-se os países e as variáveis que serão submetidas à DEA, o que permitiu, com a utilização do método, comparar a eficiência da navegação de cabotagem brasileira com outros países, segundo objetivo intermediário definido.

4.1 DEFINIÇÃO DAS *DECISION-MAKING UNITS*

Uma vez que a pesquisa objetiva comparar o desempenho da navegação de cabotagem do Brasil com outros países, cabe, neste ponto, definir quais deles comporão o espaço amostral.

A navegação de cabotagem, para que possa ser realizada, é dependente da existência de portos, canais de navegação, acessos rodoviários e/ou ferroviários e outros itens de infraestrutura de alto custo de implantação, além de navios de vários tipos e uma plêiade de profissionais envolvidos, o que faz com que a atividade requeira relevantes recursos financeiros para sua existência e funcionamento. Desta feita, somente é pertinente comparar o Brasil com países com expressão econômica similar e que sejam capazes de realizar os investimentos necessários. Sendo assim, uma vez que o Produto Interno Bruto é um indicador amplamente utilizado para listar países por poder econômico, este foi o parâmetro utilizado para selecionar o espaço amostral comparativo.

Conforme citado anteriormente, o Brasil obteve o nono maior PIB mundial em 2018 (FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, 2019) e, em função da regra prática para o método DEA, que orienta que a quantidade de DMU seja quatro a cinco vezes o número de variáveis, “para que haja pelo menos uma face de dimensão completa na fronteira eficiente, ou seja, sem pesos (multiplicadores) zero” (FERREIRA E GOMES, 2009, p. 87), foram escolhidos os vinte países com o maior PIB como espaço amostral. Conforme pode ser observado na TABELA 1, o Brasil ocupa posição quase central, sendo possível comparar seu desempenho com uma quantidade similar de países com maior ou menor expressão econômica.

TABELA 1
Vinte países com maior PIB em 2018
(USD - BILLIONS)

POSIÇÃO	PAÍS	PIB
1	EUA	20.513,00
2	China	13.457,27
3	Japão	5.070,63
4	Alemanha	4.029,14
5	Reino Unido	2.808,90
6	França	2.794,70
7	Índia	2.689,99
8	Itália	2.086,91
9	Brasil	1.909,39
10	Canadá	1.733,71
11	Coreia do Sul	1.655,61
12	Rússia	1.576,49
13	Espanha	1.437,05
14	Austrália	1.427,77
15	México	1.199,26
16	Indonésia	1.005,27
17	Holanda	909,89
18	Arábia Saudita	769,88
19	Turquia	713,51
20	Suíça	709,12

Fonte: FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, 2019

4.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a aplicação do método DEA foram selecionadas as seguintes variáveis pelos correspondentes motivos.

4.2.1 Produto Interno Bruto

A primeira variável selecionada para compor o método DEA como *input* foi o próprio Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), órgão responsável pelo seu cálculo no Brasil, o PIB “é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, geralmente em um ano”², sendo um dos principais indicadores macroeconômicos (2019).

O IBGE esclarece ainda que o PIB é um indicador de fluxo de novos bens e serviços finais produzidos durante um período e que, se um país nada produzir em

² <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>.

um ano, seu PIB será nulo (2019). Nesse sentido, um país com um PIB expressivo possui uma atividade econômica elevada, sendo grande a quantidade de trocas comerciais, o que exige maior atividade de sua matriz de transportes, justificando uma relação direta entre a expressão do PIB e expectativa de volume de transporte de cargas pela navegação de cabotagem. Por conseguinte, para a aplicação do método DEA a ser realizado, o PIB será considerado um *insumo* ou *input*.

4.2.2 Extensão do litoral

A segunda variável selecionada para o método DEA como *input* foi a extensão do litoral marítimo. A navegação de cabotagem, por ser uma atividade essencialmente ligada ao espaço costeiro e aos cursos d'água navegáveis que se comunicam com o mar, deve ser mais relevante em países com extenso litoral. Por outro lado, a navegação de cabotagem inexistente em países sem costa marítima, conhecidos em língua inglesa como *landlocked countries*.

Pelas maiores oportunidades de criação de infraestrutura para a navegação de cabotagem (portos etc) e maiores distâncias a serem percorridas pelos navios, situação em que a cabotagem pode contribuir para o aumento da eficiência da matriz de transporte de cargas (CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2014), associa-se uma relação direta entre extensão disponível de litoral e quantidade de volume de cargas transportadas pela navegação de cabotagem, assim justificando seu uso como *insumo* para a metodologia DEA.

TABELA 2
Extensão do litoral
(em Km)

	DMU	Extensão
1	EUA	19.924
2	China	14.500
3	Japão	29.751
4	Alemanha	2.389
5	Reino Unido	12.429
6	França	4.853
7	Índia	7.000
8	Itália	7.600
9	Brasil	7.491
10	Canadá	202.080
11	Coreia do Sul	2.413
12	Rússia	37.653

13	Espanha	4.964
14	Austrália	25.760
15	México	9.330
16	Indonésia	54.716
17	Holanda	451
18	Arábia Saudita	2.640
19	Turquia	7.200
20	Suíça	0

Fonte: CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2019.

Observando a TABELA 2, verifica-se que a Suíça é um país sem litoral marítimo e, por conseguinte, não possui navegação de cabotagem, restando excluída como DMU da análise DEA.

4.2.3 Total de cargas movimentadas

A terceira variável escolhida para o método DEA como *output* foi a quantidade total de cargas movimentada pela navegação de cabotagem em um determinado ano. O motivo para a referida escolha deve-se ao fato de ser o indicador encontrado de forma mais corriqueira e ser utilizado por vários autores para expressar o montante da atividade realizada. Sendo assim, o comportamento esperado do indicador é o de que, em países com elevado transporte por navegação de cabotagem, será grande o volume de cargas transportadas.

TABELA 3
Total de cargas movimentadas na navegação de cabotagem
(em milhões de toneladas)

	DMU	Milhões de Toneladas	Ano de consolidação
1	EUA	544	2015
2	China	NO	...
3	Japão	365,5	2015
4	Alemanha	177,6	2016
5	Reino Unido	315,5	2016
6	França	165,3	2016
7	Índia	NO	...
8	Itália	283,3	2016
9	Brasil	213,7	2016
10	Canadá	63,1	2014
11	Coreia do Sul	119,02	2010
12	Rússia	25	2016
13	Espanha	199,1	2016

14	Austrália	103,5	2015-2016
15	México	63,1	2016
16	Indonésia	424,9	2009
17	Holanda	286,1	2016
18	Arábia Saudita	NO	...
19	Turquia	274	2016

Fonte: EUA – Bureau of Transportation Statistics, 2017.

Japão – Statistics Bureau of Japan, 2018.

Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Espanha, Holanda, Turquia – PAPADIMITRIOU *et al*, 2018, p. 11-12.

Brasil – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2019.

Canadá – Transports Canada, 2017.

Coréia do Sul – LEE e YOO, p. 15.

Rússia – Federal State Statistics Service, 2017, p. 287.

Austrália - Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics, 2018,

p. v.

México - Coordinación General De Puertos y Marina Mercante, 2017, P. 5.

Indonesia - National Development Planning Agency, 2013, p. 7.

Nota: NO - dado não obtido

Não se logrou sucesso em obter os dados do total de cargas movimentadas referentes à China, Índia e Arábia Saudita, o que acarreta a retirada destes países como DMU. Entretanto, pode-se afirmar que, quanto à China, a cabotagem respondeu, em 2013, por 13,7% de participação na matriz de transporte do país; e o modal rodoviário, por 75,1% (PAPADIMITRIOU *et al*, 2018, p. 172). No que diz respeito à Índia, a parcela de participação da cabotagem em sua matriz de transporte é de apenas cerca de 7% apesar de possuir a décima sexta maior frota mercante mundial em termos de tonelagem bruta e uma expressiva extensão de litoral (INDIA, 2014, p. 28). A expressão da navegação de cabotagem na matriz de transporte de ambos os países não difere em muito da situação brasileira.

A ausência dos dados para China, Índia e Arábia Saudita não comprometerá a análise comparativa, uma vez que serão utilizadas dezesseis DMU, número que satisfaz o espaço amostral recomendado para a DEA.

Outra limitação ocorrida durante a coleta de dados para a pesquisa é não ter sido possível uniformizar os dados para um único ano de referência. Enquanto a maioria dos países tiveram seus números obtidos para 2016, para Indonésia e Coréia do Sul foram conseguidos os dados para 2009 e 2010 respectivamente. Apesar de indesejável, para efeitos comparativos de eficiência por DEA, a diferença de anos na coleta de dados não inviabiliza o seu uso, devendo ser considerada tal informação na análise dos resultados, caso um dos países resulte ser um *benchmark* para o Brasil.

4.3 ESTABELECIMENTO DAS FRONTEIRAS DE EFICIÊNCIA

Conforme estabelecido anteriormente, para o trabalho em pauta foi utilizado o modelo DEA CCR orientado a *output*, posto que se deseja maximizar os resultados, neste caso a quantidade de carga transportada pela navegação de cabotagem, sem diminuir os insumos. De forma mais específica, os *inputs* selecionados para a matriz são o PIB, variável cujo controle é de extrema dificuldade e que sua redução nunca é desejável; e o tamanho do litoral, insumo de natureza fixa, que tornam patente que os insumos deverão ser mantidos constantes, devendo a busca pela eficiência pautar-se no aumento do *output*, a quantidade de carga transportada pela navegação de cabotagem.

Inicialmente, para confirmar a opção de retorno de escala do método escolhido e reduzir a dúvida quanto a uma possível subjetividade neste processo, utilizou-se o *software* rDEA, que, através da função *rts.test*, confirmou ser o modelo CCR orientado a *output* mais indicado (SIMM e BESSTREMYANNAYA; 2016.). Ato contínuo, para o estabelecimento das fronteiras de eficiência foi utilizado o aplicativo “*Benchmarking*” (BOGETOFT e OTTO, 2018), que apresentou os resultados constantes da TABELA 4.

TABELA 4
Modelo DEA CCR orientado a *output*

DMU	Input 1 PIB	Input 2 Litoral	Output Cargas	Eficiência	Referência 1	Referência 2	Metas Output
1 EUA	20513	19924	544	0,0834	Holanda	Turquia	6520,7
2 Japão	5070,63	29751	365,5	0,2040	Holanda	Turquia	1791,9
3 Alemanha	4029,14	2389	177,6	0,1399	Holanda	Turquia	1269,7
4 Reino Unido	2808,9	12429	315,5	0,3275	Holanda	Turquia	963,2
5 França	2794,7	4853	165,3	0,1829	Holanda	Turquia	903,9
6 Itália	2086,91	7600	283,3	0,4025	Holanda	Turquia	703,8
7 Brasil	1909,39	7491	213,7	0,3299	Holanda	Turquia	647,8
8 Canadá	1733,71	202080	63,1	0,0861	Indonésia	xxx	732,8
9 Coreia do Sul	1655,61	2413	119,02	0,2237	Holanda	Turquia	532,1
10 Rússia	1576,49	37653	25	0,0400	Indonésia	Turquia	624,4
11 Espanha	1437,05	4964	199,1	0,4125	Holanda	Turquia	482,7
12 Austrália	1427,77	25760	103,5	0,1854	Indonésia	Turquia	558,2
13 México	1199,26	9330	63,1	0,1433	Holanda	Turquia	440,4
14 Indonésia	1005,27	54716	424,9	1,0000	Indonésia	xxx	424,9
15 Holanda	909,89	451	286,1	1,0000	Holanda	xxx	286,1
16 Turquia	713,51	7200	274	1,0000	Turquia	xxx	274

Fonte: Aplicativo “*Benchmarking*” (BOGETOFT e OTTO, 2018).

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados pela aplicação do método DEA com as variáveis selecionadas (PIB, extensão do litoral e volume de cargas transportadas) indicaram que o Brasil não se encontra na fronteira de eficiência da navegação de cabotagem e que seus *benchmarks* são a Holanda, seguido da Turquia.

Em termos numéricos, a ineficiência brasileira é significativa. Com relação às suas referências, o Brasil possui cerca de 33% (0,3299) do desempenho desses países e teria que triplicar seu volume transportado, aumentando-o em 434,14 milhões de toneladas, de forma a posicionar-se na fronteira de eficiência estabelecida pelo modelo DEA, considerando que seja mantida inalterada a primeira variável de *input*, o PIB. O outro *input*, o tamanho do litoral, não se alterará e não causará mudança da meta de *output*.

Constatada pelo método DEA a ineficiência da navegação de cabotagem brasileira quando comparada aos demais países do espaço amostral, atinge-se o segundo objetivo intermediário proposto para a pesquisa.

5 ANÁLISE DOS BENCHMARKS

A Análise Envoltória de Dados tem por essência a definição das fronteiras de eficiência e das organizações que são as referências (*benchmarks*) em seus campos de atuação de forma a que as demais organizações que não estejam na referida fronteira possam realizar o emparelhamento (*catch-up*). Com os dados obtidos, planilhados e submetidos ao método DEA CCR utilizando-se do *software* “*Benchmarking*”, apontam-se, como referências para o Brasil, em primeiro lugar, a Holanda e, em segundo lugar, a Turquia. O presente capítulo visa a analisar as características daqueles dois países que, no universo de dezesseis dos vinte maiores PIB mundiais, tornaram-se referência para o Brasil em termos de eficiência da navegação de cabotagem.

5.1 HOLANDA

Apesar de possuir, entre os países listados, o menor litoral e o décimo quinto PIB, a Holanda possui a quinta maior quantidade de carga movimentada por cabotagem entre as dezesseis DMU analisadas, o que demonstra ser coerente a sua posição na fronteira da eficiência.

O Eurostat, ou Serviço de Estatística da União Europeia³, atesta que, em 2017, a Holanda foi o país com maior volume de cargas transportadas entre todos os países europeus, classificando-se seus portos de Roterdã e Amsterdã, respectivamente, o primeiro e o quarto maiores portos europeus. O total de cargas movimentadas naquele ano tanto para longo curso quanto para a cabotagem foi de 596 milhões de toneladas, representando 15% de toda a carga movimentada na União Europeia (UE). Note-se que o porto de Roterdã responde por 9% de todo o volume de cargas da UE (EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019a).

Analisando-se o tipo de carga transportada nos portos da UE, tem-se que, em 2017, 37,4% foram de granel líquido; 22,6%, de granel sólido; e 22%, de cargas containerizadas. A Holanda foi o país com maior volume movimentado de granel líquido e de granel sólido, com 273 e 140 milhões de toneladas movimentadas

³ “O Eurostat é o Serviço de Estatística da União Europeia responsável pela publicação de estatísticas e indicadores de elevada qualidade a nível europeu que permite a comparação entre países e regiões.”. Definição disponível no link: https://ec.europa.eu/info/departments/eurostat-european-statistics_pt

respectivamente. Para as cargas containerizadas, a Holanda ocupou a terceira posição na UE, com 103 milhões de toneladas. No entanto, para este tipo de carga, Roterdã foi o porto de maior movimento, com 12,9 milhões de Unidades Equivalentes de Transporte, medida conhecida com TEU (*Twenty Foot Equivalent Unit*) (EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019a).

Limitando-se a análise à navegação de cabotagem propriamente dita (*Short Sea Shipping - SSS*), tem-se que o Serviço de Estatística da União Europeia informa que o total de cargas transportadas na UE em 2017 foi de 1,9 bilhão de toneladas, tendo ocorrido um incremento de 0,5% sobre o ano anterior. A análise constante no relatório da Eurostat afirma que aquele pequeno incremento consolida o crescimento gradual do SSS desde a crise econômica de 2009. Contudo, os níveis atuais de cabotagem ainda são menores que os existentes antes da referida crise (EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019b). A TAB. 5 apresenta a consolidação do SSS na UE por país no período de 2008 a 2017.

TABELA 5
Transporte de cargas pelo *Short Sea Shipping* (2008 – 2017)
(em milhões de toneladas)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
UE	1.861,8	1.691,2	1.764,7	1.799,6	1.776,0	1.756,3	1.792,3	1.807,3	1.855,6	1.864,6
Bélgica	128,7	111,7	130,1	125,6	123,9	126,6	134,3	131,2	143,2	130,5
Bulgária	20,9	18,2	18,9	21,2	22,1	24,1	22,0	21,5	23,2	25,5
Dinamarca	76,7	65,2	66,8	67,7	66,2	66,3	66,6	73,1	74,4	73,0
Alemanha	189,9	156,0	157,7	168,3	170,4	171,9	177,0	174,1	177,6	175,4
Estônia	22,9	22,6	28,3	31,2	25,5	28,3	29,9	23,7	22,9	24,0
Irlanda	38,1	35,0	37,1	36,1	37,0	37,1	36,8	40,0	41,2	42,9
Grécia	89,4	83,3	81,5	78,0	90,5	94,6	96,0	98,2	100,9	103,9
Espanha	187,1	174,4	176,8	187,0	191,1	186,0	196,3	196,7	199,1	193,8
França	222,1	194,9	194,2	194,1	170,9	166,5	170,5	167,5	164,7	175,6
Croácia	18,5	16,3	15,5	13,2	12,1	12,1	10,4	11,9	12,9	14,4
Itália	334,0	308,5	310,7	298,7	285,5	272,3	262,5	272,2	283,3	289,5
Chipre	2,7	2,5	2,6	4,4	5,7	6,7	6,7	6,9	8,3	7,0
Letônia	49,2	48,8	47,0	53,4	61,0	56,3	58,2	56,2	50,1	45,8
Lituânia	28,6	25,4	28,3	32,2	32,4	31,3	30,7	31,3	33,0	35,2
Malta	3,1	3,0	3,5	3,0	3,0	2,8	2,9	3,4	3,5	3,7
Holanda	250,8	243,8	275,9	256,8	262,9	261,2	272,6	286,2	286,1	291,7
Polônia	39,4	37,7	49,5	48,1	48,8	52,0	54,2	55,8	55,4	55,2
Portugal	35,2	29,3	35,4	35,7	34,7	39,2	41,7	44,9	46,7	49,4
Romênia	22,8	22,6	24,0	24,6	23,9	26,4	31,3	31,3	31,8	33,5
Eslovênia	8,7	7,8	7,8	7,9	8,8	9,2	9,8	11,3	11,7	11,4
Finlândia	97,7	79,0	91,2	94,7	88,0	90,2	89,6	85,5	91,6	96,2
Suécia	148,0	130,4	148,7	148,0	142,1	145,8	149,9	151,1	153,1	154,9

Reino Unido	348,4	313,4	316,3	320,1	311,0	306,9	315,7	313,5	315,5	316,2
Noruega	138,9	126,5	140,1	145,4	147,4	152,3	150,3	160,4	154,5	158,7
Turquia	211,4	214,5	242,6	256,9	254,6	264,0	258,5	268,5	274,0	302,7

Fonte: EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019

https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/mar_sg_am_cwk. Acessado em: 13 Ago. 2019

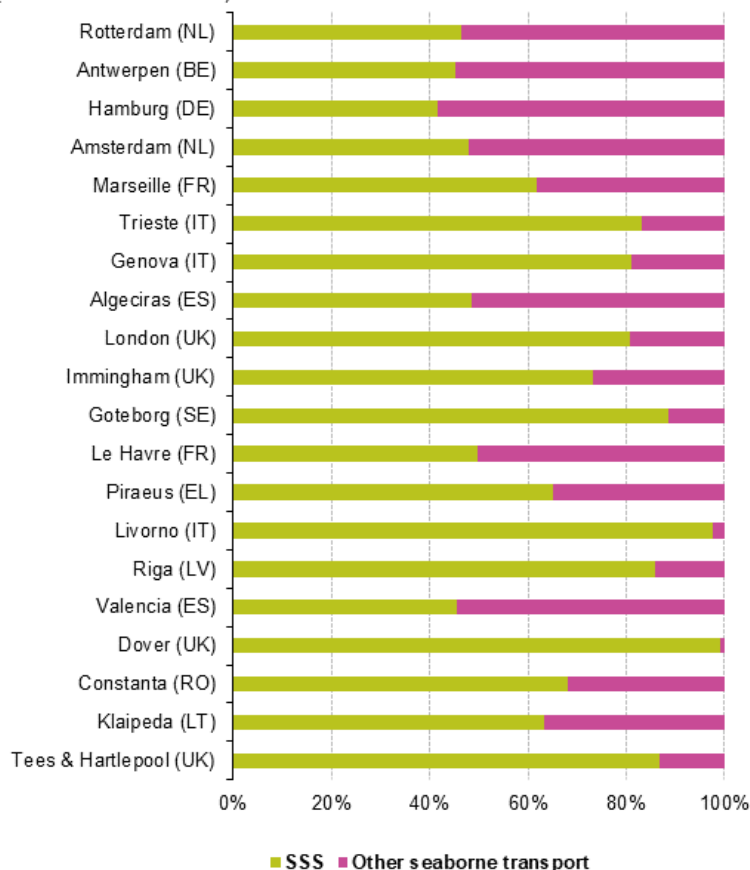
Conforme se verifica na tabela acima, o país com maior volume de cabotagem na UE em 2017 foi o Reino Unido (316,2 milhões de toneladas), seguido pela Turquia (302,7 milhões de toneladas). No entanto, considerados os *inputs* utilizados na ferramenta DEA, o PIB e o tamanho do litoral, a Holanda foi considerada mais eficiente na utilização deste modal de transporte.

No que tange aos tipos de carga transportadas por cabotagem na UE, tem-se que o granel líquido foi dominante em todas as regiões. A Holanda igualmente se destaca como o país com o maior volume de cargas daquele tipo por cabotagem, com 158 milhões de toneladas (EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019b).

Ao analisar os vinte maiores portos europeus em volume de SSS, a Eurostat lista Roterdã e Amsterdã como o primeiro e o quarto portos, respectivamente, em volume de cargas por cabotagem. Contudo, aqueles dois portos movimentam maior quantidade de cargas da navegação de longo curso do que da cabotagem, fato que pode ser explicado por se tratarem de portos concentradores (*hub ports*), que movimentam cargas do comércio exterior concentrando de ou redistribuindo para os demais portos. De fato, conforme se verifica na FIG. 2, os sete maiores portos europeus de longo curso (Roterdã, Antuérpia, Hamburgo, Amsterdã, Algeciras, Le Havre e Valência) movimentam mais cargas de longo curso do que de cargas de cabotagem. Complementarmente, os outros treze maiores portos europeus operam maior quantidade de cargas na cabotagem do que no longo curso (EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019b), servindo, em grande medida, como *feeder ports* aos *hub ports*. Tal arranjo do comércio marítimo é conhecido como *hub-and-spoke*, cujas conexões são realizadas como a roda de uma carruagem, com o tráfego movendo-se entre os “portos principais” ou “portos concentradores”, funcionando como o centro da roda (*hub*), e os portos de redistribuição (*feeder ports*), de menor expressão, de forma radial (*spokes*) (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2017).

Short sea shipping of freight in total sea transport for top 20 short sea shipping EU-28 ports, 2017

(% share based on tonnes)



Source: Eurostat (online data code: mar_sg_am_pw)

eurostat 

FIGURA 2 – Parcela de SSS no total transportado nos vinte maiores portos de SSS da UE

Fonte: EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE, 2019b.

A FIG. 3, além de ilustrar o conceito *hub and spoke* entre Roterdã e diversos outros portos europeus, sugere as diversas conexões com a hinterlândia por meio de uma robusta infraestrutura composta de ferrovias, estradas e hidrovias que asseguram que as cargas serão facilmente transportadas entre as várias regiões da Europa, sendo que os principais centros industriais e econômicos podem ser atendidos eficientemente. Conforme consta no sítio eletrônico do porto de Roterdã⁴, a intermodalidade do porto é possível de várias formas. São 250 serviços ferroviários

⁴ <https://www.portofrotterdam.com/en/asiacconnections/hinterland-connections>

semanais, contando-se inclusive com uma ferrovia exclusiva para o transporte de cargas, de 160 quilômetros, unindo o referido porto à malha ferroviária alemã. Esta ferrovia é chamada *Betuwe line* e é parte do projeto número 5 do *Trans-European Network* (TEN-T), que será apresentado posteriormente. Outra conexão com a hinterlândia é realizada por hidrovias que atendem centros econômicos na Holanda, Alemanha, Bélgica, França, Suíça e Áustria. Em quatro dias de navegação por hidrovia é possível atender à cidade de Basileia (Suíça). Por fim, o porto conecta-se com a Holanda principalmente pelo modal rodoviário, notando-se que somente 10% das cargas desembarcadas em Roterdã cruzam a fronteira com seus vizinhos por aquele modal.

Além de ser um *hub* continental, Roterdã possui, como visão de futuro, tornar-se um *hub* global e, para tal, faz parte da iniciativa chinesa *One Belt, One Road*, estando em operação a ferrovia Chengdu-Tilburg-Rotterdam-Express, que une a China à Holanda.



FIGURA 3 – Conexões do porto de Roterdã com a hinterlândia e com outros portos

Fonte: Porto de Roterdã⁵

A Holanda tem sido referência no comércio marítimo mundial e as características apresentadas reforçam sua vocação. No entanto, o expressivo volume de cargas movimentadas no SSS por aquele país provavelmente não seria possível sem os arranjos estabelecidos pela Comissão Europeia (CE) e que serão

⁵ <https://www.portofrotterdam.com/en/asia/connections>

apresentados no corrente capítulo. Compreender os esforços daquela instituição em prol do SSS é de grande importância para um possível emparelhamento brasileiro.

5.2 TURQUIA

Indicada pela DEA como o segundo *benchmark* para o Brasil, com um litoral praticamente do mesmo tamanho e um PIB 2,5 vezes menor que o brasileiro, a Turquia transportou por cabotagem, em 2016, 60 milhões de toneladas a mais que o Brasil. Possuindo fortes relações com a UE, união que pretendia integrar, seus dados já compõem as estatísticas produzidas pela Eurostat, apontando um expressivo crescimento de 10,4% no volume de cabotagem naquele país entre os anos de 2016 e 2017.

A Turquia ocupa uma posição geográfica privilegiada entre o Mar Mediterrâneo, o Mar Negro, o Mar Egeu e o Mar de Mármara, sendo um caminho natural entre a Europa, Ásia e Meio-Oriente. Uma expressiva quantidade de tráfego marítimo internacional navega pelos estreitos turcos entre o Mar Mediterrâneo e o Mar Negro, dotando os portos ali existentes de grande importância estratégica e econômica (EUROPEAN NETWORKING GROUP FOR INTEGRATED MARITIME POLICY, 2014, p. 3).

A frota mercante turca cresceu 244% entre 2004 e 2013 e foram realizados diversos investimentos em seus portos que, valendo-se da posição estratégica daquele país, foi capaz de atrair cargas para transbordo (*transshipment*) e em trânsito (*transit*). Os portos no Mar Mediterrâneo e Mar Egeu são muito bem localizados e movimentam cargas das principais linhas que operam entre a Ásia e Europa. Não somente isso, os portos no Mar Negro tornam-se mais importantes à medida que são os mais propícios para a movimentação de cargas entre os países sem litoral da Ásia central (*landlocked*) e os mercados europeus (EUROPEAN NETWORKING GROUP FOR INTEGRATED MARITIME POLICY, 2014, p. 26).

De forma similar à Holanda, a Turquia vale-se da posição de país candidato à UE e realiza a movimentação de suas cargas pelas regras do bloco econômico, o que seguramente permite um incremento do volume movimentado pela navegação de cabotagem.

5.3 O SHORT SEA SHIPPING NA UNIÃO EUROPEIA

Conforme se depreende na TABELA 6, que ordena os países submetidos à ferramenta DEA em ordem decrescente da eficiência calculada, é possível constatar que os países europeus estão, em média, mais próximos à fronteira da eficiência gerada pelo modelo. Entre os sete países mais eficientes, cinco são membros ou candidato a membro da União Europeia (Holanda, Turquia, Espanha, Itália e Reino Unido). As políticas adotadas pela CE para o fomento do SSS certamente contribuem para isto, podendo servir de referência para o Brasil, sendo, por este motivo, analisadas abaixo.

TABELA 6
DMU ordenadas por eficiência

Posição	Países	Eficiência
1	Indonésia	1
2	Holanda	1
3	Turquia	1
4	Espanha	0,412480143
5	Itália	0,402524695
6	Brasil	0,329866947
7	Reino Unido	0,327537245
8	Coreia do Sul	0,223667838
9	Japão	0,203973664
10	Austrália	0,185422867
11	França	0,18287476
12	México	0,143267252
13	Alemanha	0,139870817
14	Canadá	0,086109069
15	EUA	0,08342602
16	Rússia	0,04004132

Inicialmente, faz-se mister frisar que a navegação de cabotagem é uma atividade normalmente regida por legislação específica de cada país, não havendo uma uniformização de definições e marco regulatório internacionalmente aceito. Enquanto alguns países são menos restritivos, como aqueles que compõem a UE, outros praticamente reservam o mercado de cabotagem apenas para empresas nacionais, como é o caso dos EUA. A própria definição de SSS para a CE é distinta da definição brasileira de cabotagem, que estabelece que é a “realizada **entre portos ou pontos do território brasileiro**, utilizando a via marítima ou esta e as vias

navegáveis interiores” (BRASIL, 1997, grifo nosso). Em contrapartida, a CE a define como:

‘Transporte marítimo de curta distância’ significa o tráfego marítimo de carga e passageiros **entre portos situados na Europa geográfica ou entre esses portos e portos situados em países não europeus com faixa costeira nos mares confinados que banham a Europa** (COMISSÃO EUROPEIA, 1999, p. 2, grifo nosso).

Comparando-se as duas definições é possível verificar que a definição da CE é geograficamente mais abrangente que a brasileira. Enquanto a legislação pátria restringe tal prática ao território nacional, a definição europeia abrange todos os países da Europa e os não europeus com faixa costeira nos mares confinados que banham o continente, gerando um ganho de escala e estimulando o empreendimento por aquele modal. De fato, a *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) afirma que a CE estabeleceu, em 1992, o princípio da liberdade aos Estados Membros para a prestação do serviço de cabotagem em qualquer porto do bloco econômico (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT, 2017).

No entanto, a maior eficiência da UE na navegação de cabotagem não se deve apenas à maior liberdade de navegação entre os países membros: muito se deve aos vários programas de incentivo implementados como a seguir relatados.

5.3.1 Programas de incentivos ao *Short Sea Shipping* na UE

Nas últimas duas décadas, a CE tem promovido o SSS como uma alternativa ao transporte rodoviário com o propósito de obter um melhor equilíbrio entre os modais de transporte e reduzir os congestionamentos e o impacto ambiental causado pelo transporte rodoviário. Por tal motivo, a experiência europeia em incentivos a este modal tem motivado alguns países a seguirem caminhos similares na formulação de suas políticas (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 331).

Resta importante frisar que a questão do impacto ambiental causado pela atividade do transporte possui grande relevância na formulação das políticas por aquela Comissão. A redução da emissão de gases de efeito estufa (*greenhouse gas emissions* - GHG) é uma preocupação constante, e as metas estabelecidas são ambiciosas. Em 2050, a CE pretende ter reduzido suas emissões de GHG para patamares 80 a 95% menores que os existentes em 1990. Para tal, o setor de transporte necessita reduzir, até aquele ano, a emissão de GHG em pelo menos 60%

do seu referencial de 1990 (COMISSÃO EUROPEIA, 2011, p. 3). Neste diapasão, o documento *White Paper - Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*, de 2011, declara que o sistema de transporte não é sustentável, demandando-se alternativas aos caminhos atuais (COMISSÃO EUROPEIA, 2011, p. 4).

O *White Paper* estabelece, ainda, que as cadeias logísticas deverão ser otimizadas e lista dez metas a serem atingidas para se reduzir em 60% a emissão de GHG. As metas que se referem ao SSS são as seguintes (COMISSÃO EUROPEIA, 2011, p. 9):

...

(2) Low-carbon sustainable fuels in aviation to reach 40% by 2050; also by 2050 reduce EU CO₂ emissions from maritime bunker fuels by 40% (if feasible 50%).

(3) 30% of road freight over 300 km should shift to other modes such as rail or waterborne transport by 2030, and more than 50% by 2050, facilitated by efficient and green freight corridors. To meet this goal will also require appropriate infrastructure to be developed.

...

(6) By 2050, connect all core network airports to the rail network, preferably high-speed; ensure that all core seaports are sufficiently connected to the rail freight and, where possible, inland waterway system.⁶

A terceira meta estabelecida é particularmente desafiadora para o SSS. Até 2030, 30% do frete rodoviário superior a 300 km deverão ser realizados por outros modais; e, até 2050, mais de 50% deverão deixar de circular pelo modal rodoviário, o que depende fortemente do desenvolvimento de infraestruturas capazes de absorver o incremento do volume de cargas nos modais substitutivos ao rodoviário, principalmente o SSS e o ferroviário.

Se o futuro é desafiador para os transportes na Europa, muito já foi feito nas últimas décadas para que fosse atingido o atual patamar.

Em 2016, 32,3% do transporte de cargas da CE foram realizados por via marítima; e 4,2%, realizados em hidrovias interiores. Naquele ano, o modal rodoviário

⁶ (2) Combustíveis de aviação sustentáveis, com baixo teor de carbono, visando a atingir 40% até 2050; também até 2050 reduzir, na União Europeia, emissões de CO₂ provenientes de combustíveis marítimos tipo Bunker em até 40% (se viável em 50%).

(3) 30% do transporte rodoviário de mercadorias em trajetos superiores a 300 km deverão mudar para outros modais, tais como ferroviário ou aquaviário, até 2030, e mais de 50% até 2050, facilitados por corredores ecológicos e eficientes. Para atingir tal meta, faz-se necessário desenvolver uma infraestrutura apropriada. ...

(6) Até 2050, conectar todos os principais aeroportos à rede ferroviária – de preferência, de alta velocidade; assegurar que todos os principais portos estejam suficientemente conectados à malha ferroviária de transporte de cargas e, sempre que possível, a hidrovias. (Tradução nossa)

respondeu por 49,3% da matriz de transporte de cargas medida em tonelada por quilômetro útil⁷ (TKU) (COMISSÃO EUROPEIA, 2017, p. 36), outra forma de medir o esforço empreendido no transporte de cargas.

O primeiro movimento europeu por uma política comum para transportes data de 1957, quando foi adotada a *Common Transport Policy* (CTP) para facilitar a mobilidade de pessoas e cargas entre os Estados Membros. Desde então, muitas outras políticas foram formuladas e, particularmente para o setor marítimo, ressalta-se a Política Europeia de Transporte Marítimo (*European Maritime Transport Policy - EMTP*), baseada em duas ferramentas principais: um fundo para fomento da infraestrutura de transportes, chamado TEN-T, e os projetos para melhorias operacionais, os PACT, Marco Polo I e II, esquematicamente expostos na FIG. 4 (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 341).

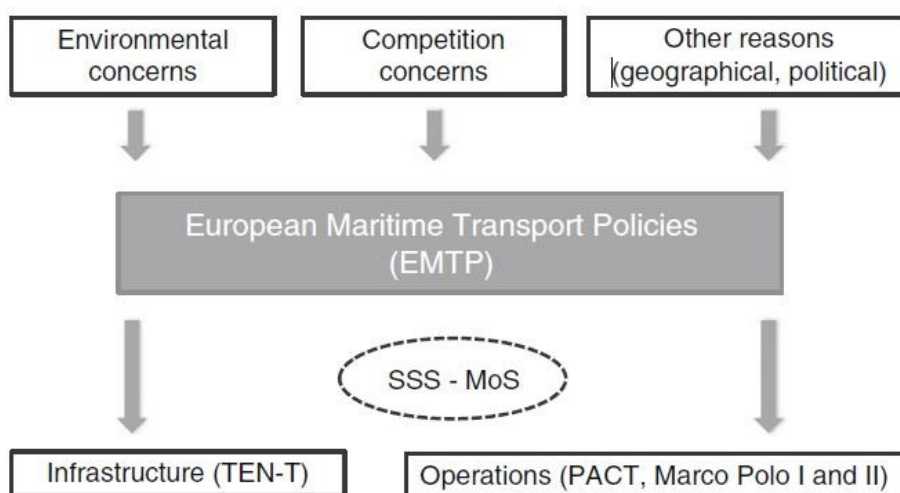


FIGURA 4 - Mapa conceitual da política europeia para transporte marítimo

Fonte: Suárez-Alemán, 2016, p. 338.

5.3.1.1 *Trans-European transport network* (TEN-T)

O TEN-T é parte do programa *Trans-European Networks* (TENS), desenvolvido pela CE, em 1996, e abrangendo igualmente os setores de telecomunicações e energia. Seu objetivo principal é remover os gargalos da infraestrutura de transporte, assim como garantir sua sustentabilidade, considerando a eficiência energética e os impactos ambientais (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 342).

⁷O esforço de transporte em TKU é obtido pela multiplicação do peso da carga em toneladas pela distância percorrida em quilômetros.

A CE estima necessários 500 bilhões de Euros para se implementar os projetos do TEN-T no período de planejamento compreendido entre 2014 a 2020. Até 2030, apenas os corredores principais do TEN-T demandarão cerca de 750 bilhões de Euros em investimentos⁸.

Desde seu início, o programa TEN-T estabeleceu trinta projetos prioritários, dos quais 60% se relacionam com o modal ferroviário. Para o transporte marítimo, dois projetos destacam-se: o Galileo e as Autoestradas Marítimas (*Motorways of the Sea – MoS*).

O projeto Galileo, de responsabilidade da Agência Espacial Europeia (ESA), busca implementar um sistema de navegação por satélite que proporcione precisão e alta disponibilidade para uma navegação segura e eficiente (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 343). Por outro lado, o projeto MoS, um dos eixos mais ambiciosos do TEN-T, é assim descrito pela CE⁹ :

The “Motorways of the Sea” concept aims to introduce new intermodal maritime-based logistics chains in Europe, which should improve our transport organisation within the years to come. These chains will be more sustainable, and should be commercially more efficient than road-only transport. Motorways of the Sea will thus improve access to markets throughout Europe, and bring relief to our over-stretched European road system. For this purpose, fuller use will have to be made not only of our maritime transport resources, but also of our potential in rail and inland waterways, as part of an integrated transport chain.¹⁰

O conceito de tal projeto prevê o MoS como uma alternativa competitiva, tendo a CE alocado recursos financeiros para seu desenvolvimento e definido três objetivos principais: concentração do fluxo de transporte de cargas em rotas logísticas marítimas; aumento da coesão entre os países; e redução do congestionamento das estradas por meio de mudança de modal.

Quatro corredores foram estabelecidos:

- MoS do Mar Báltico – unindo os Estados Membros do Mar Báltico com os Estados Membros da Europa Central e Ocidental, incluindo a rota através do Mar do Norte/canal do Mar Báltico;

⁸ https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t-guidelines/project-funding_en. Acessado em 18 ago. 2019.

⁹ https://ec.europa.eu/transport/modes/maritime/motorways_sea_en. Acessado em 18 ago. 2019.

¹⁰ O conceito de “Autoestradas marítimas” busca introduzir novas cadeias logísticas intermodais com base marítima na Europa, devendo melhorar a organização de transportes nos próximos anos. Tais cadeias serão mais sustentáveis e devem ser comercialmente mais eficientes do que o modal rodoviário por si só. Desta forma, as Autoestradas Marítimas melhorarão o acesso aos mercados em toda a Europa, aliviando o sobrecarregado sistema rodoviário. Para tanto, faz-se necessário utilizar eficientemente os recursos de transporte marítimo, vias férreas e vias navegáveis interiores como parte de uma cadeia de transporte interligada. (Tradução nossa)

- MoS do Mar da Europa ocidental – desde Portugal e Espanha por meio do Arco Atlântico até o Mar do Norte e o Mar da Irlanda;
- MoS do Mar do sudeste da Europa – conectando o Mar Adriático com o Mar Jônico e o Mediterrâneo oriental, incluindo Chipre; e
- MoS do Mar do sudoeste da Europa – Mediterrâneo Oriental, conectando Espanha, França e Itália, incluindo Malta e conexões com a MoS do Mar do sudeste da Europa e Mar Negro

A FIG. 5 ilustra os quatro corredores supracitados.

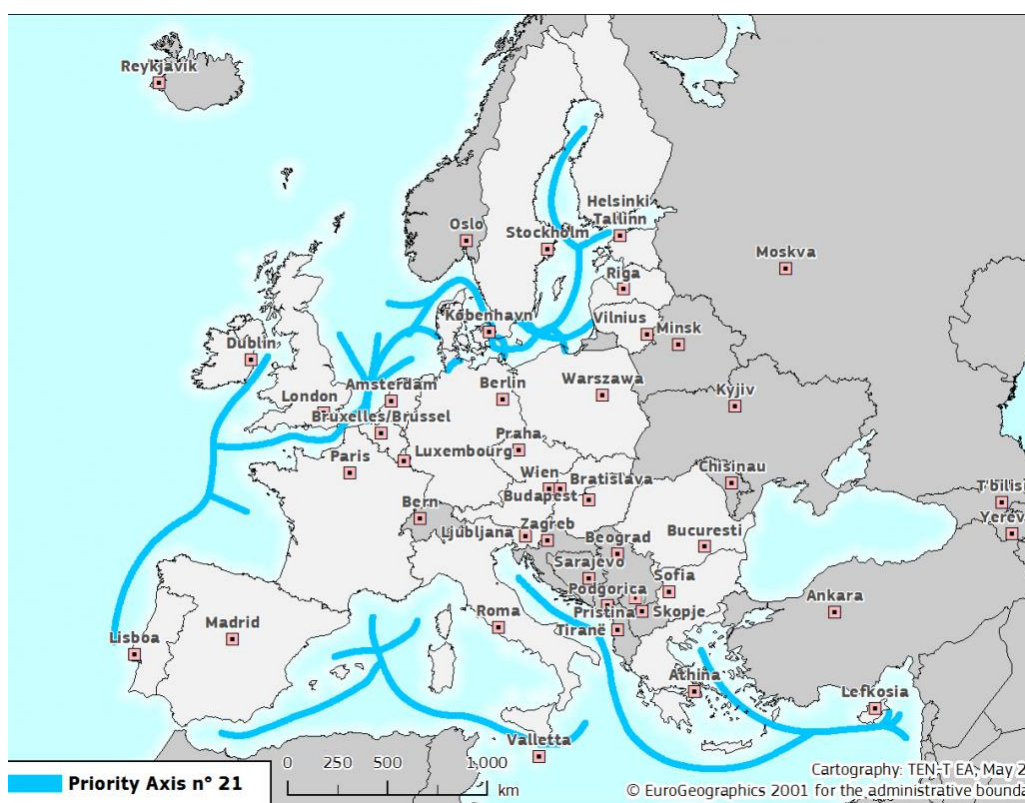


FIGURA 5 - Autoestradas marítimas da Europa (MoS)

Fonte: Comissão Europeia¹¹

5.3.1.2 Pilot Action for Combined Transport (PACT) (1992–2001)

Lançado em 1992, o PACT foi o primeiro programa para incentivar a intermodalidade no âmbito da UE. Seu objetivo principal era intensificar a intermodalidade, sempre que economicamente viável no longo prazo como uma alternativa ao modal rodoviário exclusivo. A medida central era subsidiar esquemas pilotos de transporte combinado em rotas já existentes ou a serem implantadas,

¹¹ <https://ec.europa.eu/inea/ten-t/ten-t-projects/projects-by-priority-project/priority-project-21>. Acessado em 18 ago. 2019.

incentivando a organização, a operação e a integração de operadores da cadeia logística. Entre 1992 e 2001, 167 projetos foram financiados ao custo de 53 milhões de Euros (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 345).

5.3.1.3 Marco Polo I e Marco Polo II (2003–2013)

Com o propósito de ampliar o escopo do PACT, o objetivo dos programas Marco Polo também visava efetivamente a transferir o crescimento do fluxo de cargas do modal rodoviário para outros modais, não somente buscando intermodalidade. A primeira versão do programa, Marco Polo I (2003 a 2007), subsidiou 125 projetos com o valor total de 102 milhões de Euros. A segunda versão, Marco Polo II, que foi implementado entre 2007 e 2013, passou a incluir a Rússia, Bielorrússia, Ucrânia e países bálticos e mediterrâneos, e possuiu um orçamento de 740 milhões de Euros (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 346). Conforme descrito em sítio eletrônico da CE¹², o programa Marco Polo buscou reduzir o congestionamento das rodovias e a consequente poluição por meio da substituição por outros modais. Para tal, companhias que possuíssem projetos viáveis de substituição do modal rodoviário por outros modais mais sustentáveis poderiam obter apoio financeiro não reembolsável.

5.3.2 Análise dos programas de incentivo

A despeito das várias medidas implementadas pela União Europeia, as políticas adotadas não surtiram o efeito desejado e não foram observadas mudanças substanciais na matriz de transporte europeia. O modal rodoviário mantém cerca de metade do tráfego de cargas e o modal marítimo um pouco mais de um terço da matriz, situação praticamente inalterada nas últimas décadas. Mantida a tendência atual, dificilmente as metas estabelecidas para 2030 e 2050 serão atingidas (SUÁREZ-ALEMÁN, 2016, p. 347).

Em sua análise, Suárez-Alemán associa parte do insucesso dos incentivos concedidos ao fato de que o papel essencial dos portos no SSS não foi adequadamente endereçado, tendo faltado ações para o aumento de sua eficiência. É essencial que a competitividade do SSS seja aprimorada por meio de melhores serviços portuários em prol àquele modal, reduzindo os tempos de espera e a

¹² <https://ec.europa.eu/inea/en/marco-polo>. Acessado em 18 ago. 2019.

documentação necessária, além de melhores procedimentos administrativos (2016, p. 348).

A despeito do aparente insucesso dos programas da UE voltados para o fomento do SSS, o fato de vários países europeus figurarem entre os mais eficientes indicados pelo método DEA demonstra que as políticas comuns estabelecidas pela CE são eficazes. A participação daquele modal na matriz de transporte da UE também é bastante superior a outros países analisados, em especial o Brasil. Desta feita, a UE e suas políticas de incentivo continuam sendo um referencial válido a ser estudado em prol do aprimoramento da navegação de cabotagem no Brasil.

5.4 A NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM NO BRASIL

Com vistas a permitir um melhor entendimento do cenário da navegação de cabotagem brasileira faz-se necessário identificar alguns motivos para sua ineficiência, assim como os possíveis benefícios de seu aprimoramento e ações que estão sendo empreendidas com este fito.

5.4.1 Cenário atual da navegação de cabotagem no Brasil

Conforme anteriormente exposto, a Política Nacional de Transportes (PNT) afirma que, em 2015, o modal rodoviário foi responsável por 65% do transporte de cargas, seguido pelo ferroviário, com 15%; pela cabotagem, com 11%; pelo hidroviário, com 5%; e o dutoviário, com 4%, medidas referenciadas a TKU (BRASIL, 2018). Tal distribuição da matriz de transporte de carga no Brasil apresenta um percentual para a navegação de cabotagem bem inferior à referência da UE, que foi de 32,3% em 2016 (COMISSÃO EUROPEIA, 2017, p. 36), também referenciada em TKU.

Quanto ao perfil das cargas, em 2018 74,9% foram transporte de granel líquido e gasoso, ou seja, prioritariamente o transporte de petróleo entre as plataformas marítimas e o continente, seguido do transporte de granel sólido, principalmente bauxita, com 12,5%; carga containerizada, com 8,3%; e carga geral, com 4,2% (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2019).

Conforme se verifica na TABELA 7, o transporte de contêineres no Brasil tem crescido expressivamente, o que representa um amadurecimento da multimodalidade no país.

TABELA 7
Cargas containerizadas transportadas pela cabotagem
(em milhares de toneladas)

ANO	PESO
2010	5.184
2011	5.622
2012	7.164
2013	9.093
2014	9.597
2015	10.326
2016	10.583
2017	11.893
2018	13.552
2019	7.325 (1)

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, 2019.

Nota: (1) Dados relativos ao primeiro semestre

Teixeira *et al.*, em estudo realizado pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Social (BNDES), listam os principais problemas que dificultam a maior participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte brasileira (TEIXEIRA *et al*, 2018, p. 427):

- a pequena quantidade de rotas regulares, com baixa frequência das existentes;
- gargalos relacionados à infraestrutura e à superestrutura dos portos, com muita burocracia no processo de transbordo;
- elevado tempo de espera para atracação de navios, e alguns portos dão preferência à atracação de navios de longo curso;
- regime tributário complexo;
- poucos estaleiros competitivos e atraso tecnológico; e
- concorrência entre os modais, não aproveitando a utilização de cada um de acordo com suas vantagens intrínsecas.

Outra característica importante da navegação de cabotagem brasileira é o fato que a mesma somente pode ser realizada por Empresa Brasileira de Navegação (EBN) com uma embarcação construída no Brasil, regra que possui algumas exceções que permitem o afretamento, aqui listadas por Teixeira *et al.* (2018, p. 428):

O afretamento de embarcação estrangeira por viagem ou por tempo para operar na navegação interior de percurso nacional, ou no transporte de mercadorias na navegação de cabotagem, poderá ser realizado nos seguintes casos, conforme a Lei 9.432, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu, em seu Artigo 11, o REB¹³:

I - quando verificada inexistência ou indisponibilidade de embarcação de bandeira brasileira do tipo e porte adequados para o transporte ou apoio pretendido;

¹³ REB – Registro Especial Brasileiro

- II - quando verificado interesse público, devidamente justificado;
- III - quando em substituição a embarcações em construção no País, em estaleiro brasileiro, com contrato em eficácia, enquanto durar a construção, por período máximo de trinta e seis meses, até o limite:
 - a) da tonelagem de porte bruto contratada, para embarcações de carga;
 - b) da arqueação bruta contratada, para embarcações destinadas ao apoio.

Em síntese, a navegação de cabotagem brasileira possui baixa representatividade na matriz de transporte de cargas, ainda que tenha aumentado consideravelmente seu volume transportado de cargas containerizadas, demonstrando um favorável amadurecimento da multimodalidade. Várias dificuldades se impõem à navegação de cabotagem no Brasil, que possui regras que restringem o mercado às Empresas Brasileiras de Navegação.

5.4.2 Possíveis benefícios resultantes do incremento da navegação de cabotagem

A navegação de cabotagem, se comparada aos outros modais de transporte, apresenta vantagens consideráveis.

O modal gera ganhos de escala resultantes do elevado carregamento por veículo, resultando em vantagens econômicas decorrentes de: menor consumo de combustível por tonelada transportada; menor custo por tonelada-transportada; e reduzido número de acidentes com conseqüente redução de custos de seguro. Quanto à sustentabilidade, é o modal com menor impacto ambiental em face da reduzida emissão de poluentes por TKU (TEIXEIRA *et al.*, 2018, p. 423-424).

A TABELA 8 permite verificar numericamente as vantagens supracitadas:

TABELA 8
Comparação entre os modais

INDICADOR	CABOTAGEM	FERROVIÁRIO	RODOVIÁRIO
Unidades equivalentes	Embarcação de 6.000 t	2,9 comboios Hopper, 86 vagões de 70 t	172 carretas de 35 t
Consumo médio de combustível para transportar uma tonelada por mil quilômetros	4,1 litros	5,7 litros	15,4 litros
Emissão de gás carbônico (gCO ₂ /TKU)	20,0	23,3	101,2

Custo médio de transporte, carga geral por 1.000 km (R\$/t) (1)	R\$ 55,64	R\$ 74,02	R\$ 201,99
---	-----------	-----------	------------

Fonte: TEIXEIRA *et al.*, 2018, p. 425.

NOTA: (1) Custos atualizados de acordo com a EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. Simulador de Custo de Transporte da Empresa de Planejamento e Logística S.A. Disponível em: <www.epl.gov.br/index.php>. Acesso em: 21 ago. 2019.

5.4.3 Medidas em andamento para o aumento da participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte brasileira

A Política Nacional de Transportes (PNT), documento de mais alto nível para o Setor de Transportes do país, estabelece, como uma de suas estratégias governamentais, “Reduzir os custos operacionais do transporte por cabotagem a fim de incentivar maior participação deste modo de transporte na movimentação de bens e insumos.”. Posto desta maneira, evidencia-se a intenção governamental de desenvolver a navegação de cabotagem brasileira.

A PNT ainda apresenta outras estratégias governamentais que dizem respeito à cabotagem (BRASIL, 2018, p. 67-68, 79):

MODO AQUAVIÁRIO

...4. Reavaliar o subsistema aquaviário federal a partir da intermodalidade como critério de priorização, considerando os corredores logísticos estratégicos. ...

11. Incentivar o desenvolvimento da frota mercante brasileira de longo curso, de cabotagem, de navegação interior e de apoio portuário e marítimo, bem como a indústria naval nacional a partir de instrumentos de financiamento. ...

17. Incentivar a utilização de contêineres no transporte por cabotagem, minimizando a movimentação de contêineres vazios.

18. Avaliar e implementar ações voltadas ao aumento da participação dos operadores multimodais no mercado de cabotagem.

19. Realizar tratativas junto aos governos dos países sul-americanos a fim de considerar as navegações entre os portos da América do Sul como cabotagem.

20. Fomentar o transporte de carga geral por meio da cabotagem, contribuindo para a integração e o desenvolvimento regional, sobretudo no âmbito de regiões mais carentes.

21. Articular com os órgãos competentes a simplificação das exigências legais para as operações de cabotagem. ...

SETOR PORTUÁRIO

... 21. Incentivar o uso da navegação de cabotagem.

Outro ponto digno de nota na PNT é que o Setor de Transporte brasileiro também incluiu em seu planejamento a preocupação com a sustentabilidade ambiental (BRASIL, 2018, p. 67-88):

... destacou-se ser desejável que o Setor de Transportes adote medidas que contribuam positivamente para as questões relacionadas à mudança do clima, a exemplo do fomento ao transporte por cabotagem, o qual emite menos dióxido de carbono (CO₂) quando comparado a outros modos, ou do estímulo à utilização de combustíveis menos poluentes, a exemplo do etanol,

enquanto alternativa importante para as reduções de emissões de gases de efeito estufa (GEEs).

Esta preocupação é ainda tímida se comparada às políticas empregadas pela UE para a sua matriz de transporte. No entanto, por se tratar de tendência mundial a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade, é possível que esta atenção também aumentará no Brasil e a participação dos modais mais sustentáveis terá mais peso em futuras decisões estratégicas.

6 CONCLUSÃO

A matriz nacional de transporte de cargas é marcada por uma preponderância do modal rodoviário, responsável por 65% do esforço total de transporte em 2015. O modal cabotagem, a despeito dos abundantes atributos naturais disponíveis no país, como extensa costa e rios navegáveis conectados ao mar, e de seu menor custo e impacto ambiental, foi responsável por apenas 11% do transporte de cargas naquele mesmo ano. Um reequilíbrio na matriz de transporte de cargas faz-se necessário reduzindo a parcela do modal rodoviário em prol de outros modais, entre eles possivelmente a cabotagem. Nesse contexto, o problema de pesquisa que se buscou resolver é o questionamento se é necessário aumentar a participação da navegação de cabotagem na matriz de transporte de cargas brasileira e, caso a resposta seja positiva, identificar países e boas práticas a serem considerados pelo Brasil para tal propósito.

A relevância deste estudo reside na busca pela maior eficiência da matriz de transporte de cargas brasileiras por meio da redução da participação do modal rodoviário, o que deverá reduzir o custo logístico do transporte de cargas no Brasil e, por conseguinte, tornar os produtos brasileiros mais competitivos, gerando desenvolvimento econômico e social. Um reequilíbrio na matriz de transporte também poderá contribuir para a redução dos efeitos nocivos da dependência excessiva do modal rodoviário conforme demonstrado na greve dos caminhoneiros ocorrida em maio de 2018.

A pesquisa foi iniciada com a revisão do referencial teórico existente sobre a navegação de cabotagem e sobre a Análise Envoltória de Dados (DEA), ferramenta matemática utilizada para avaliar a eficiência da navegação de cabotagem brasileira em comparação a outros quinze países. Foram apresentados os elementos teóricos e matemáticos da DEA e seus principais conceitos, verificando-se a pertinência de seu emprego para o processo comparativo realizado. Em seguida, pormenorizou-se a metodologia da pesquisa realizada, descrevendo as três etapas em que foram conduzidos os trabalhos. A primeira etapa envolveu a definição das variáveis a serem utilizadas e dos países (DMU) submetidos à ferramenta DEA. Na segunda etapa foi realizada a seleção do método DEA mais adequado ao problema de pesquisa em pauta e efetivamente realizados os cálculos que indicaram a ineficiência da navegação de cabotagem brasileira em relação a vários outros países de similar expressão econômica. Naquela etapa, a ferramenta DEA CCR orientada a *output*

indicou a Holanda e a Turquia como *benchmarks* no espaço amostral selecionado, ou seja, as referências para o Brasil. Com esta informação, iniciou-se a terceira etapa da pesquisa, que constou da identificação das boas práticas dos *benchmarks* que possam ser consideradas pelo Brasil. Verificou-se que as políticas supranacionais da Comissão Europeia também são responsáveis pelo sucesso dos dois países tidos como referência ao Brasil e as boas práticas da União Europeia também foram analisadas.

A pesquisa realizada confirmou que a navegação de cabotagem brasileira, se comparada a outros quinze países de similar expressão econômica, é considerada ineficiente e, caso se deseje atingir a fronteira de eficiência definida pela DEA, faz-se necessário praticamente triplicar o volume de cargas transportado no Brasil pela cabotagem, que em 2016 foi de 213,7 milhões de toneladas, devendo ser de 647,8 milhões de toneladas para atingir o patamar de eficiência demonstrado pelos *benchmarks*. A análise das boas práticas daqueles dois países e da União Europeia (UE) demonstrou que as políticas de incentivo à navegação de cabotagem e uma matriz de transporte intermodal bem estruturada já estão sendo implementadas há pelo menos duas décadas e que a participação da navegação de cabotagem é praticamente três vezes superior à brasileira. Ainda assim, a UE busca aumentar a participação da cabotagem em função de sua maior sustentabilidade e de menor custo inerentes àquele modal. Por fim, realizou-se uma breve apresentação do patamar atual do planejamento governamental brasileiro para a cabotagem de forma a pontuar algumas diferenças existentes com os *benchmarks* e com a UE.

No curso da pesquisa realizada foram encontradas dificuldades para a obtenção de dados confiáveis sobre a navegação de cabotagem de três países: China, Índia e Arábia Saudita. Tampouco foi possível obter dados do volume transportado referente a um mesmo ano para todos os países. Tais ausências e desatualização não comprometeram o resultado uma vez que foi possível obter o número recomendado de DMU para a DEA e que os países com dados defasados não estão próximos à fronteira de eficiência. Como oportunidade de melhoria ao método, recomenda-se aumentar o número de países (DMU) a fim de ser possível aumentar o número de variáveis. Como sugestão de novas variáveis, indica-se, como *input*, o número de portos que movimentam cargas de cabotagem, e, como *output*, o esforço da cabotagem, em TKU.

É ponto pacífico que o Brasil carece de grandes investimentos em infraestrutura para seu desenvolvimento. Conhecer quais são as experiências exitosas e quais podem auxiliar na definição de prioridades é de grande importância no atual momento de limitações orçamentárias.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário**. [S.l.], 2019. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- ARAÚJO, A. K.; BARBIRATO, J. M. R. C. **Análise Envoltória de Dados (DEA): um estudo bibliométrico sobre a produção científica internacional nos últimos dez anos (2006-2016)**. 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2017&c=32993>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984. Disponível em: <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.30.9.1078>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- BARROS, Carlos Pestana; ATHANASSIOU, Manolis. Efficiency in European seaports with DEA: evidence from Greece and Portugal. *In*: HARALAMBIDES, Hercules E.. **Port Management**. London: Palgrave Macmillan, 2015. p. 293-313. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1057/9781137475770_14. Acesso em: 03 set. 2019.
- BOGETOFT, P.; OTTO, L.; OTTO, M. **Benchmark and Frontier Analysis Using DEA and SFA**. [S.l.] : R. Package, 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997**. Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9432.htm. Acesso em: 29 abr. 2019.
- BRASIL. Ministério de Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa (2016)**. Versão sob apreciação do Congresso Nacional (Lei Complementar 97/1999, art. 9º, § 3º). Disponível em: http://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/pnd_end.pdf. Acesso em: 29 mar. 2019.
- BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Política Nacional de Transportes: Caderno das Estratégias Governamentais**. [Brasília, DF]: MT, 2018. Disponível em: http://www.transportes.gov.br/images/2018/documentos/caderno_das_estrategias_governamentais_versao_1.0.pdf. Acesso em: 29 abr. 2019.
- BUREAU OF INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND REGIONAL ECONOMICS. **Australian Sea Freight 2015–16**. [S.l.], 2018. Disponível em: https://www.bitre.gov.au/publications/2018/asf_2015_16.aspx. Acesso em: 1 jun. 2019.

BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS. Freight Moved in Domestic and International Trade | Bureau of Transportation Statistics. *In: FREIGHT Facts & Figures 2017*. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://www.bts.gov/bts-publications/freight-facts-and-figures/freight-facts-figures-2017-chapter-2-freight-moved>. Acesso em: 28 mai. 2019.

CABRAL, A. M. R.; RAMOS, F. S. Efficiency container ports in Brazil: a DEA and FDH approach. **The Central European Review of Economics and Management**, v. 2, n. 1, p. 43-64, 2018. Disponível em: <http://ojs.wsb.wroclaw.pl/index.php/WSBRJ/article/view/579/364>. Acesso em: 20 jun. 2019.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicado da Comissão – Desenvolvimento do transporte de curta distância na Europa**: uma alternativa dinâmica numa cadeia de transportes sustentável. Bruxelas: CE, 1999. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:51999DC0317&from=EN>. Acesso em: 15 ago. 2019.

COMISSÃO EUROPEIA. Roadmap to a Single European Transport Area-Towards a competitive and resource efficient transport system. **White Paper, Communication**, v. 144, 2011. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN>. Acesso em: 8 ago. 2019.

COMISSÃO EUROPEIA. **EU transport in figures, Statistical pocketbook 2017**. Luxembourg: European Union, 2017. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/pocketbook2017.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO. **Plano Brasil de Infraestrutura Logística**: uma abordagem sistêmica, 2013. Disponível em: http://www.cramt.org.br/planobrasil_web1.pdf. Acesso em: 28 abr. 2019.

CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0377221778901388?via%3DiHub>. Acesso em: 12 ago. 2019.

CHEON, SangHyun; MALTZ, Arnold; DOOLEY, Kevin. The link between economic and environmental performance of the top 10 US ports. **Maritime Policy & Management**, v. 44, n. 2, p. 227-247, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03088839.2016.1275860>. Acesso em: 3 set. 2019.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY. **Field Listing : Coastline - The World Factbook - Central Intelligence Agency**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/fields/282.html#BR>. Acesso em: 28 mai. 2019.

COORDINACIÓN GENERAL DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE (MÉXICO). **Informe estadístico mensual movimiento de carga, buques y pasajeros**. [S.l.], 2017. Disponível em: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U_DGP/estadisticas/2017/Mensuales/12_diciembre_2017.pdf. Acesso em: 2 jun. 2019.

OLIVEIRA, Gabriel Figueiredo de; CARIU, Pierre. The impact of competition on container port (in) efficiency. **Transportation Research: policy and practice**, v. 78, p. 124-133, 2015. Part A. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415001202>. Acesso em: 3 set. 2019.

DYSON, R. G., ALLEN, R., CAMANHO, A. S., PODINOVSKI, V. V., SARRICO, C. S., & SHALE, E. A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of operational research**, v.132, n.2, p. 245-259, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221700001491>. Acesso em: 3 set. 2019.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Simulador de Custo de Transporte da Empresa de Planejamento e Logística S.A.** Disponível em: www.epl.gov.br/index.php. Acesso em: 21 ago. 2019

ESTELLITA LINS, M.P., ANGULO MEZA, L. **Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão**. Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ, 2000.

EUROPEAN NETWORKING GROUP FOR INTEGRATED MARITIME POLICY. **Studies to support the development of sea basin cooperation in the Mediterranean, Adriatic and Ionian, and Black Sea: Country fiche Turkey**. Contract number MARE/2012/07 - Ref. No 2 - Report 1 - Annex 2.12. 2014. Disponível em: https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/system/files/Exec%20sum%20Adr-Ion_31-3-2013.pdf. Acesso em: 15 ago. 2019.

EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE. **Maritime ports freight and passenger statistics: statistics explained**. Luxembourg: Eurostat, 2019a. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Maritime_ports_freight_and_passenger_statistics#Increase_in_seaborne_goods_and_passengers_in_EU_ports. Acesso em: 13 ago. 2019.

EUROPEAN UNION STATISTICAL OFFICE. **Maritime transport statistics: short sea shipping of goods statistics explained**. Luxembourg: Eurostat, 2019b. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/9639.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

FALCÃO, V. A.; CORREIA, A. R. Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. **Journal of Transport Literature**, v. 6, n. 4, p. 133-146, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jtl/v6n4/v6n4a07.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

FEDERAL STATE STATISTICS SERVICE. **RUSSIA IN FIGURES 2017**. [S.I.], 2017. Disponível em: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/rusfig/rus17e.pdf. Acesso em: 28 jun. 2019.

FERREIRA, C. M. de C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **World economic outlook database April**. [S.I.], 2019. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/01/weodata/index.aspx>. Acesso em: 29 jun. 2019.

FOCHEZATTO, Adelar. Análise da eficiência relativa dos tribunais da justiça estadual brasileira utilizando o método DEA. **Reunion de Estudios Regionales**, v. 36, 2010. Disponível em: <https://old.aecr.org/web/congresos/2010/htdocs/pdf/p50.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

FONTES, O. H. P. M.; MELLO, J. C. C. B. S. Avaliação da eficiência portuária através de uma modelagem DEA. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 10., 2006, [Rio de Janeiro]. **Anais [...]**. [Rio de Janeiro: Comando da Marinha], 2006. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/spolm/files/arq0027_0.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

GAMASSA, Pascal Kany Prud'ome; CHEN, Yan. **Comparison of port efficiency between Eastern and Western African ports using DEA Window Analysis**. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT, 2017, [S.I.]. IEEE, 2017. p. 1-6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7996148>. Acesso em: 3 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto - PIB**. [S.I.]: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 20 jun. 2019.

INDIA. NATIONAL TRANSPORT DEVELOPMENT POLICY COMMITTEE. **India transport report: moving India to 2032**. Routledge, 2014. Disponível em: http://planningcommission.nic.in/reports/genrep/NTDPC_Vol_01.pdf. Acesso em: 14 mar. 2019.

KUTIN, N.; NGUYEN, T. T.; VALLÉE, T. Relative efficiencies of ASEAN container ports based on data envelopment analysis. **Asian J. Shipp. Logist**, v. 33, n. 2, p. 67–77, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2092521217300226>. Acesso em: 3 set. 2019.

LEE, M.-K.; YOO, S.-H. The role of transportation sectors in the Korean national economy: An input-output analysis. **Transportation Research: policy and practice**, v. 93, p. 13–22, 2016. Part A. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856416307200>. Acesso em: 2 jun. 2019.

MACEDO, M. A. S.; MANHÃES, J. V. P. Avaliação de Eficiência de Terminais de Contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Negócios**, v. 14, n. 3, p. 35-53, 2009. Disponível em: <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rn/article/download/1100/1181>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MEDAL-BARTUAL, Amparo; MOLINOS-SENANTE, María; SALA-GARRIDO, Ramón. Technical efficiency of iberian port authorities by specialization: a DEAa metafrontier approach. **Rect@**, v. 18, n. 1, p. 37-51, 2017. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/7c8ad16bf4945bf870be503bf80f7c86/1?pq-origsite=gscholar&cbl=466404>. Acesso em: 3 set. 2019.

MELLO, J.C.C.B.S. *et al.* Curso de análise de envoltória de dados. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado, RS. **Anais [...]**. Gramado, RS, SBPO, 2005. p. 2520-2547.

NATIONAL DEVELOPMENT PLANNING AGENCY. **Brief Perspective on National and International Shipping Network in Indonesia**. [S.l.], 2013. Disponível em: <https://www.unescap.org/sites/default/files/0.Indonesia.pdf>. Acesso em: 2 jun19.

PAPADIMITRIOU, S. *et al.* **The Dynamics of Short Sea Shipping**. Cham: Springer International Publishing, 2018.

PAIXÃO CASACA, A.C. *et al.* Domestic short sea shipping services in Brazil: competition by enhancing logistics integration. **International Journal of Shipping and Transport Logistics**, v. 9, n. 3, p. 280, 2017. Disponível em: <http://www.inderscience.com/link.php?id=83471>. Acesso em: 20 jun. 2019.

PIRES, G. C.; SILVA, V. M. D. Análise da Eficiência Portuária usando a Metodologia da Análise Envoltória de Dados (DEA). *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO, 3., 2017, Florianópolis, SC. **Anais [...]**. Florianópolis, SC: CIDESPORT, 2017. Disponível em: <http://www.cidesport.com.br/sites/default/files/a52694.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

PJEVCEVIC, D.; NIKOLIC, M.; VIDIC, N.; VUKADINOVIC, K., Data envelopment analysis of AGV fleet sizing at a port container terminal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 14, p. 4021–4034, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207543.2016.1241445>. Acesso em: 3 set. 2019.

R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, [2019]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 jun. 2019.

RAJASEKAR, T.; DEO, Malabika. **The size effect of Indian major ports on its efficiency using Dea-Additive models**. IJAME, 2018. Disponível em: <http://www.managementjournal.info/index.php/IJAME/article/view/199>. Acesso em: 3 set. 2019.

SIMM, Jaak; BESSTREMYANNAYA, Galina. **Package ‘rDEA’**, 2016. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/rDEA/index.html>. Acesso em: 15 ago. 2019.

SOUSA JÚNIOR, J.N.C.; NOBRE JÚNIOR, E.F.; PRATA, B. A. Análise da eficiência dos portos da região Nordeste do Brasil baseada em Análise Envolvória de Dados. **Sistemas & Gestão**, v. 3, n. 2, p. 74-91, 2009. Disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/SGV3N2A1/52>. Acesso em: 20 jun. 2019.

STATISTICS BUREAU OF JAPAN. **Japan Statistical Yearbook 2018**. [S.l.], 2018. Disponível em: <http://www.stat.go.jp/english/data/nenkan/67nenkan/1431-13.html>. Acesso em: 28 mai. 2019.

SUÁREZ-ALEMÁN, Ancor. Short sea shipping in today's Europe: a critical review of maritime transport policy. **Maritime Economics & Logistics**, v. 18, n. 3, p. 331-351, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1057/mel.2015.10>. Acesso em: 4 ago. 2019.

TEIXEIRA, Cássio Adriano Nunes *et al.* **Navegação de cabotagem brasileira**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15385>. Acesso em: 13 jun. 2019.

TRANSPORTS CANADA. **Transportation in Canada 2016**: statistical addendum. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://sfta-tfsa.tc.gc.ca/eng/user/me/English/StatisticalAddendum>. Acesso em: 3 jun. 2019.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Rethinking maritime cabotage for improved connectivity**. Geneva: UNCTAD, 2017. Disponível em: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtltlb2017d1_en.pdf. Acesso em: 24 abr. 2019.

VAN DEN BOS, G.; WIEGMANS, B. Short sea shipping: a statistical analysis of influencing factors on SSS in European countries. **Journal of Shipping and Trade**, v. 3, n. 1, p. 6, 14 dez. 2018. Disponível em: <https://jshippingandtrade.springeropen.com/articles/10.1186/s41072-018-0032-3>. Acesso em: 27 mai. 2019.

WIEGMANS, B.; WITTE, P. Efficiency of inland waterway container terminals: Stochastic frontier and data envelopment analysis to analyze the capacity design-and throughput efficiency. **Transportation Research: policy and practice**, v. 106, p. 12–21, 2017. Part A. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856417310133>. Acesso em: 3 set. 2019.

WIŚNICKI, B.; CHYBOWSKI, L.; CZARNECKI, M. Analysis of the efficiency of port container terminals with the use of the data envelopment analysis method of relative productivity evaluation. **Management Systems in Production Engineering**, v. 25, n. 1, p. 9–15, 2017. Disponível em: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mspe.2017.25.issue-1/mspe-2017-0001/mspe-2017-0001.pdf>. Acesso em: 3 set. 2019.

APÊNDICE A – CONCEITOS E ELEMENTOS MATEMÁTICOS DO MODELO DEA

A compreensão da técnica DEA inicia com a conceituação do que seja *eficácia*, *produtividade* e *eficiência técnica*. Valendo-se das definições apresentadas por Ferreira e Gomes (2009, p. 23) tem-se que: “A eficácia está relacionada ao atendimento do objetivo que se visa atingir, sem levar em conta os recursos utilizados”. Para produtividade os autores oferecem o seguinte conceito: “A produtividade está relacionada à forma de utilização dos recursos para realizar a produção e, assim, se expressa pelo quociente da produção pelo insumo empregado”, ou seja, é a melhor utilização possível dos insumos. Um processo meramente eficaz pode estar consumindo mais insumos do que o necessário para a sua realização. Advindo do fato de que há formas melhores de se obter um produto, surge a oportunidade de conceituar *eficiência técnica* para a DEA, qual seja, “é um conceito relativo que compara o que foi produzido por unidade de insumo utilizado com o que poderia ser produzido”.

Considerando a FIG. 6, em que a curva Q_y representa uma função de produção de um insumo e um produto, onde estão representadas três organizações produtivas (A, B e C), tem-se que a organização A é eficaz pois logra êxito em produzir, porém com folgas em relação à curva que representa a função de produção. As organizações B e C, por sua vez, são tecnicamente eficientes, uma vez que suas produções Q_y são as correspondentes aos insumos X_i respectivos na função de produção $Q_y = f_y(X_i)$. No entanto, a organização C possui maior produtividade que a organização B, uma vez que produtividade é expressa pelo quociente da produção pelo insumo empregado e, neste exemplo, Q_c/X_c é maior que Q_b/X_b .

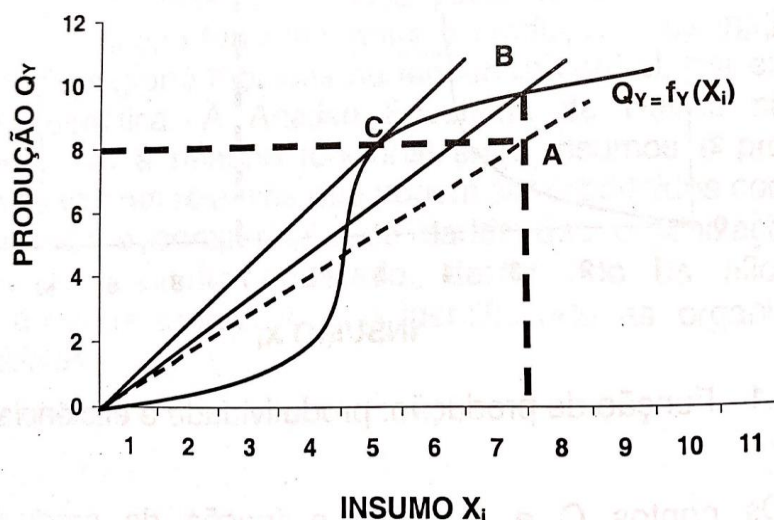


FIGURA 6 – Função de produção: variações da produtividade e da eficiência.
Fonte: FERREIRA e GOMES, 2009, p. 26.

Ainda na FIG. 6, analisando a situação da organização A, caso se busque torná-la eficiente tecnicamente deslocando a organização do ponto A para o ponto C, ou seja, reduzindo a quantidade de insumos, teremos que esta escolha é denominada na DEA como *orientada a insumo* ou *input*. Se a escolha fosse pelo deslocamento de A para B, buscando aumentar a quantidade produzida com a mesma quantidade de insumos, teríamos que foi *orientada a produtos* ou *output*.

Para a Análise Envoltória de Dados, as organizações são conhecidas como Unidades que Tomam Decisões ou *Decision-Making Units* (DMU) e a nomenclatura é propositalmente genérica para poder abranger as mais diversas organizações, atividades econômicas, sociais, empresariais etc (FERREIRA E GOMES, 2009).

Os conceitos básicos apresentados até o momento foram exemplificados em uma função de produção de um insumo e um produto, situação praticamente utópica em um arranjo produtivo, organização ou sistema. Normalmente são necessários diversos insumos para a obtenção de um ou vários produtos.

Para a formulação das complexas equações utilizadas nos atuais programas computacionais dedicados à DEA foram realizados estudos com base na Teoria da Produção, Programação Linear e Medida de Eficiência. Ferreira e Gomes (2009) listam entre os mentores da DEA: Michael James Farrel, Abraham Charnes, William W. Cooper, Edward Lao Rhodes e Rajiv D. Banker.

Considerando a DAE na atualidade, Araújo e Barbirato esclarecem que existem dois modelos básicos (2017, p. 5):

... o modelo CCR (CHARNES, COOPER & RODHES, 1978) que trabalha com retornos constantes de escala; e o modelo BCC (BANKER, CHARNES & COOPER, 1984) que considera situações de eficiência de produção com variações de escala e não assume proporcionalidade entre inputs e outputs.

Os autores citam, ainda, que ambos os modelos podem ser orientados a *inputs*, minimizando os insumos e mantendo constantes os resultados, ou orientado a *outputs*, maximizando os *outputs* sem alterar os *inputs* (2017, p. 5).

Durante a evolução do método DEA, diversos modelos matemáticos foram propostos e outros novos ainda o têm sido frequentemente desenvolvidos para aplicações específicas.

Para o tema em pauta, entre as variantes possíveis de método DEA, a que melhor se adapta para os propósitos da pesquisa é o modelo DEA CCR orientado a *output*. Referido método trabalha com retornos constantes de escala e admite proporcionalidade entre insumos e produtos, ou seja, um “aumento (decremento) na quantidade dos *inputs*, provocará acréscimo (redução) proporcional no valor dos *outputs*” (MELLO, 2005). A orientação a *output* deve-se a que é mais razoável aumentar a eficiência da navegação de cabotagem pela maximização dos resultados sem diminuir os insumos, que já estão disponíveis e sendo empregados.

Fochezato, ao discorrer sobre o estabelecido por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR), esclarece que a eficiência é medida “pela maximização da soma ponderada dos produtos dividida pela soma ponderada dos recursos de cada DMU em estudo. A restrição é a de que o resultado obtido seja menor ou igual a um” (2010, p. 5). Expresso matematicamente temos (ESTELLITA e MEZA, 2000, p. 10-11):

A eficiência do DMU “0” será calculada através do problema de programação linear seguinte:

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

Em que:

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1 \quad k = 1 \dots n \quad (2)$$

$$u_j \geq 0, \forall_j,$$

$$v_i \geq 0, \forall_i$$

Sendo que:

k=1,..., n - são as DMU's

i= 1, ..., m – são os *inputs* de cada DMU

j= 1, ..., s - são os *outputs* de cada DMU

u e v - são os vetores de peso ou multiplicadores dados aos *outputs* e aos *inputs*.

x – são os *inputs* ou insumos
 y – são os *outputs* ou produtos

Estellita e Meza prosseguem (2000, p. 11):

Então o problema consiste em achar os valores das variáveis u_j e v_i , que são os pesos (importância relativa de cada variável), de modo que se maximize a soma ponderada dos *outputs* (*output* “virtual”) dividida pela soma ponderada dos *inputs* (*input* “virtual”) da DMU em estudo, sujeita a restrição de que esse quociente seja menor ou igual a 1, para todas as DMUs. Logo as eficiências variam de 0 a 1.

Os pesos achados u_j e v_i são correspondentes à DMU atual. Este processo é repetido para cada uma das n DMUs, obtendo-se diferentes valores para u_j e v_i .

Os fundamentos matemáticos resumidamente expostos acima foram incorporados a *softwares* que realizam as operações necessárias para a determinação das fronteiras de eficiência das DMU.