



## **EFICIÊNCIA PORTUÁRIA NA GESTÃO DE RECURSOS FINANCEIROS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O BRASIL E A PENÍNSULA IBÉRICA**

*PORT EFFICIENCY IN THE MANAGEMENT OF FINANCIAL RESOURCES:  
A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN BRAZIL AND THE IBERIAN  
PENINSULA*

<sup>1</sup>Luísa de Souza Araújo.

<sup>1</sup>Adryan Siqueira Barbosa.

<sup>1</sup>Erivelto Fioresi de Sousa.

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: erivelto.sousa@ifes.edu.br.

Artigo aceito em 25/09/2020.

### **Resumo**

Os portos têm papel fundamental no comércio internacional de mercadorias e, consequentemente, no desenvolvimento sócio-econômico da região onde está localizado. Nesse sentido, é de grande importância que o porto seja competitivo e, para isso, a eficiência, seja operacional ou na gestão dos recursos investidos, são fatores que impactam nas estratégias para competitividade. Diante disso, o estudo buscou analisar a eficiência relativa em termos da aplicação de recursos investidos nos portos públicos do Brasil e da península Ibérica, uma vez que ambos os complexos portuários estão situados em regiões geográficas estratégicas para o comércio internacional e possuem similaridades em termos de modelos de gestão. Os resultados mostram que os portos que apresentaram maior eficiência relativa encontram-se na Espanha, cujo setor portuário tem buscado desenvolver modelos de gestão portuária sob a ótica econômica, apesar de os portos serem empresas públicas e poderem funcionar como ferramentas de políticas públicas.

### **Palavras-chave:**

Eficiência portuária. Gestão portuária. Análise Envoltória de Dados.

### **Abstract**

*Ports play a fundamental role in the international trade of goods and, consequently, in the socio-economic development of the region where it is located. In this sense, it is of great importance that the port be competitive and, for this, efficiency, whether operational or in the management of invested resources, are factors that impact the strategies for competitiveness. Therefore, the study sought to analyze the relative efficiency in terms of the application of resources invested in the public ports of Brazil and the Iberian Peninsula, since both port complexes are located in strategic geographic regions for international trade and have similarities in terms of management models. The results show that the ports with the greatest relative efficiency are in Spain, whose port sector has sought to develop port management models from an economic perspective, even though ports are public companies and can function as public policy tools.*

### **Keywords:**

*Port efficiency. Port management. Data Envolvement Analysis.*

## 1 INTRODUÇÃO

A globalização da economia mundial acentuou a importância da indústria de transporte, com mudanças técnicas e econômicas no transporte marítimo global que impactaram diretamente a infraestrutura e a gestão portuária (GALVÃO; ROBLES; GUERISE, 2017). Os portos são responsáveis por 80% do transporte no comércio internacional mundial (CRUZ; FERREIRA, 2016). Isso trouxe luz ao seu papel o desenvolvimento econômico, uma vez que os portos conectam os mercados, local e global (BOTTASSO *et al.*, 2014; FALCÃO; CORREIA, 2012; SOUSA *et al.*, 2019a).

Diante disso, os sistemas portuários e modelos de governança portuária, têm passado por reestruturações com foco no aumento da comercialização dos portos, melhoria de eficiência administrativa e da eficiência nos investimentos de capital e operação (PANAYIDES; LAMBERTIDES; ANDREOU, 2017). Isso tem relação com o melhor posicionamento estratégico dos portos e melhoria na competitividade.

A literatura tem apontado como fatores chave na geração de competitividade do setor portuário, a localização geográfica do porto, a qualidade dos serviços portuários fornecidos, além do nível de tarifas cobradas pelos serviços, uma vez que são variáveis consideradas pelos clientes para escolha do porto (BANDARA; NGUYEN, 2016; LUNKES *et al.*, 2014a; STRANDENES; MARLOW, 2000; TONGZON, 2009). Os fatores como qualidade dos serviços e tarifas, têm relação com o nível de eficiência do porto, tanto em relação à eficiência operacional, como na eficiência na gestão de recursos.

Lançando olhar para os portos brasileiros, responsáveis por cerca de 90% do transporte internacional de mercadorias segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), literatura aponta uma crescente preocupação com a eficiência (CORTEZ *et al.*, 2013; FONTES, 2006; SOUSA *et al.*, 2019b). Essa preocupação é acentuada pelo impacto que o “Custo Brasil” exerce na competitividade e eficiência na indústria, por conta das questões relacionadas aos portos nacionais (FALCÃO; CORREIA, 2012). Segundo o *Global Competitiveness Report 2019*, no ranking global de competitividade que considera 141 economias, o Brasil se encontra na posição 71 e como 8º na região da América Latina e Caribe (SCHWAB, 2019).

Entretanto, o setor portuário brasileiro ficou a margem de investimentos, que até a década de 1990, era de total responsabilidade do governo, modelo comum ao redor do mundo (SLACK; FRÉMONT, 2005). No início dos anos 90, o governo brasileiro promoveu mudanças na legislação abrindo espaço para atrair capital privado para aumentar a eficiência e competitividade dos portos brasileiros (SOUSA *et al.*, 2019b), movimento observado igualmente na Europa no mesmo período, documentado na Espanha (DÍAZ-HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ-BUDRÍA; JARA-DÍAZ, 2008) e em Portugal (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2014).

O setor portuário português passou por reformas em que o Estado atribuiu maior autonomia e responsabilização às Autoridades Portuárias que ajustaram seus planos estratégicos, com maior participação da comunidade portuária e municípios (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2014). Caminho semelhante tomado pelo sistema portuário da Espanha (SLACK; FRÉMONT, 2005).

Diante desse cenário, o presente estudo avaliou comparativamente a eficiência dos portos brasileiros e da península Ibérica. Para isso foi utilizada a abordagem da Análise Envoltoária de Dados (DEA – do inglês, *Data Envelopment Analysis*), que tem por objetivo medir a eficiência

de unidades produtivas, utilizando para isso programação matemática que trata a eficiência como a razão entre a soma ponderada dos bens produzidos pelos dos recursos utilizados (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

O estudo comparativo considera as semelhanças existentes entre o setor portuário brasileiro e da península Ibérica. Há similaridades entre os modelos de gestão portuária empregado, o *landlord port* (a Autoridade Portuária proprietária e gestora das infraestruturas e terrenos portuários, enquanto os investimentos em equipamentos e outros bens de capital são de responsabilidade da iniciativa privada). Essa similaridade foi encontrada entre os portos brasileiros e espanhóis (MILANI *et al.*, 2015) e portugueses (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2014). Destaca-se ainda o histórico de baixos investimentos públicos nos portos, a mudança das relações trabalhistas ocorridas nesses setores portuários (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2014; DÍAZ-HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ-BUDRÍA; JARA-DÍAZ, 2008; SOUSA *et al.*, 2020).

O restante do trabalho está estruturado como segue: a sessão dois apresenta uma revisão da literatura sobre eficiência e competitividade portuária; a terceira sessão descreve o método e a amostra utilizados na pesquisa; a quarta sessão discute os resultados obtidos pelo modelo aplicado e; as considerações finais da pesquisa são apresentadas na sessão final.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os principais conceitos que envolvem eficiência e competitividade, além da apresentação das principais variáveis utilizadas para avaliação da eficiência portuária em estudos anteriores.

### 2.1. SETOR PORTUÁRIO DO BRASIL E DA PENÍNSULA IBÉRICA

No Brasil, é competência do Governo Federal, atribuída pela Constituição, a exploração, direta ou mediante autorização, concessão ou permissão, dos portos marítimos, fluviais e lacustres (BRASIL, 1988). Até o início da década de 1990, o setor portuário era caracterizado pela centralização das decisões no Estado (GOULARTI FILHO, 2007). Até então, o setor portuário brasileiro apresentava terminais e equipamentos obsoletos, ineficientes e de altos custos de operação, dada a ausência de políticas para o setor e de recursos para novos investimentos (GOULARTI FILHO, 2007; MARCHETTI; PASTORI, 2006; TOVAR; FERREIRA, 2006; UDERMAN; ROCHA; CAVALCANTE, 2012).

Com a intenção de reverter esse quadro, o Governo Federal editou a Lei 8.630/93 que abriu a possibilidade da aproximação da iniciativa privada para investimentos no setor portuário e atuar nas operações portuárias, consequentemente, o governo se afasta das atividades do setor sendo responsável pela gestão do porto por meio das Autoridades Portuárias. Em 2013, buscando aprimorar os ganhos gerados pelas ações implementadas a partir de 1993, foi promulgada a Lei 12.815, que revogou a 8.630/93, que tratou de reduzir inseguranças jurídicas e incentivar ainda mais os investimentos privados no setor.

Esse movimento possibilitou a implantação do modelo de gestão portuária, conhecido como *landlord port*, em que o porto atua como coordenador geral e gestor do espaço investindo em infraestrutura, enquanto os investimentos em equipamentos e outras superestruturas são de responsabilidade da iniciativa privada (GEIPOT, 2001; THE WORLD BANK, 2001).

De forma semelhante, o sistema portuário espanhol, passou por reformas durante o Século XX com a flexibilização da legislação do trabalho portuário na década de 1980 e, durante a década de 1990 foram realizados grandes investimentos em infraestrutura (DÍAZ-HERNÁNDEZ;

MARTÍNEZ-BUDRÍA; JARA-DÍAZ, 2008). Destaca-se que o setor portuário da Espanha, com as reformas, também implementou o modelo *landlord port* promovendo concessões de terminais a empresas privadas (PUERTOS DEL ESTADO, 2008).

O setor portuário de Portugal, como acontece na Espanha e no Brasil, tem implementado o modelo de gestão *landlord port* (VIEIRA, 2002), assim, a operação portuária é realizada por empresas privadas, normalmente sob concessões. O sistema portuário português suporta em sua gestão déficits financeiros de modelos de gestão anteriores, principalmente com direitos trabalhistas, sendo alocados recursos públicos em função do déficit declarado por cada Autoridade Portuária (BARROS, 2003).

Diante das similaridades entre os sistemas portuários, brasileiro e de Portugal e Espanha (CALDEIRINHA; FELÍCIO, 2014; MILANI *et al.*, 2015), considerando a importância econômica dos portos da península Ibérica dada sua posição geográfica e o potencial dos portos brasileiros, também por sua localização geográfica, busca-se avaliar a eficiência dos portos no intuito de encontrar melhores práticas na gestão portuária.

## 2.2. COMPETITIVIDADE E EFICIÊNCIA PORTUÁRIA

Por natureza, o setor portuário é um ambiente competitivo (TONGZON, 2002), no entanto, o crescimento do comércio provocado pela globalização e pela abertura de diversas economias, acompanhado de investimentos escassos, gerou um déficit na infraestrutura portuária impactando, consequentemente na competitividade (VIEIRA *et al.*, 2014).

Nesse contexto, é possível observar uma intensificação da competitividade portuária, partir das décadas de 1980/1990, caracterizada pelo aumento da demanda do comércio mundial (SILVA; ZILLI; TOÉ, 2013), além das inovações, implementada nos portos como o uso da internet em busca de aumento no desempenho (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Nesse cenário, a eficiência portuária se encontra diretamente ligada à competitividade, uma vez que é um fator capaz de estimulá-la e impulsionar o desenvolvimento da economia regional (MILANI *et al.*, 2015). O aumento da demanda mundial por meios de transporte mais eficientes, forçam os portos a se modernizar constantemente, com investimentos em equipamentos adequados, o que gera a redução de custos, tempo de espera e movimentação de carga, bem como, a otimização da administração e gestão (MILANI *et al.*, 2015).

Essas adequações têm o propósito de manterem os portos em altos níveis de eficiência e continuamente competitivos, frente ao altamente dinâmico mercado atual. Dessa forma, toda a cadeia logística associada ao complexo portuário, também é aprimorada e modernizada, com a finalidade de obter maiores tráfegos, o que impulsiona a economia regional (MILANI *et al.*, 2015). Logo, observa-se a importância de avaliar a eficiência do sistema portuário, considerando que a eficiência portuária tem sido entendida como um importante fator para o crescimento e desenvolvimento (BOTTASSO *et al.*, 2014).

A eficiência portuária tem sido tratada com foco restrito, uma vez que é frequentemente associada à produtividade e desempenho do porto, considerando a tecnologia operacional e o volume de carga movimentada como principais indicadores de eficiência (MILANI *et al.*, 2015). O Banco Mundial, ao tratar de competitividade portuária, destaca, além do desempenho operacional, outros aspectos como a opção de transporte, a comparação de tarifas e o desempenho financeiro (THE WORLD BANK, 2007).

Nesse sentido, considerando a gestão portuária baseada no modelo *landlord port*, há um considerado investimento público no setor portuário, o que demanda grande responsabilidade fiscal por parte dos governos. Os portos brasileiros têm apresentado desempenho econômico insatisfatório diante dos investimentos realizados com recursos públicos, indicando a possibilidade de insuficiência para sustentabilidade financeira e gerando a necessidade de contínuo subsídio governamental (SOUZA *et al.*, 2020). Caminho contrário encontrado na Europa, onde as reformas portuárias apresentaram melhor desempenho, também em termos financeiros e de investimentos (DE LANGEN; VAN DER LUGT, 2017; PANAYIDES; LAMBERTIDES; ANDREOU, 2017).

A literatura acerca da eficiência portuária utiliza basicamente duas abordagens, a Análise Envoltória de Dados (DEA) e as fronteiras estocásticas (SFA – *Stochastic Frontier Analysis*) (FALCÃO; CORREIA, 2012). A fronteira estocástica, por ser um método paramétrico, necessita de parâmetros técnicos e normalizados, e é capaz de avaliar um único produto por vez e, necessita de um grande número de dados, enquanto a DEA, possibilita avaliar múltiplos produtos (FALCÃO; CORREIA, 2012).

DEA é uma técnica não paramétrica, baseada em programação linear, que tem como objetivo comparar unidades produtivas possibilitando a análise de benchmarks para as unidades ineficientes (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978; CORTEZ *et al.*, 2013; FALCÃO; CORREIA, 2012). Assim, entende-se a DEA como uma ferramenta útil para analisar um grupo de unidades produtivas (VIEIRA *et al.*, 2014), o grupo de portos proposto no estudo.

O método DEA tem com finalidade medir a eficiência de unidades produtivas, que são chamadas de *Decision Making Units* (DMUs), utilizando para isso programação matemática que fornece como medida de eficiência a resultante da razão da soma ponderada dos produtos ou serviços (*outputs*) pela soma ponderada dos recursos utilizados (*inputs*) (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978). Conforme argumenta Sousa, Filho, et al. (2019), esse conceito de eficiência, baseado na relação *inputs* e *outputs*, tem reconhecimento unânime na literatura, compreendendo a eficiência como a relação ótima de consumo de *inputs* para a entrega de certa quantidade de *outputs*.

A DEA avalia cada DMU individualmente (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978), considerando que cada unidade opera buscando otimizar a aplicação de recursos, e em seguida, a eficiência de cada DMU é medida em relação ao conjunto de DMU da amostra (MARIA *et al.*, 2011). Assim, cada DMU é avaliada sob a ótica de todas as DMUs, o que chamamos de eficiência técnica relativa (MILANI *et al.*, 2015). Nesse sentido, a eficiência é um conceito relativo que compara o que foi produzido com o que poderia ter sido com o mesmo nível de recursos empregados (MELLO *et al.*, 2005).

No que diz respeito ao setor portuário, a literatura apresenta vários estudos utilizando a abordagem da DEA. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra alguns estudos sobre eficiência portuária com aplicação de DEA tanto no Brasil como em outros países.

A avaliação do indicador de eficiência é importante porque pode influenciar as estratégias de tomada de decisão das autoridades portuárias para ajudá-las a identificar áreas que requerem aprimoramento e treinamento (CRUZ; FERREIRA, 2016).

Quadro 1 - Estudos utilizando DEA no setor portuário.

AUTOR	AMOSTRA	INPUTS	OUTPUTS
(ROLL; HAYUTH, 1993)	20 Portos hipotéticos	Mão de obra; Capital; Uniformidade de carga	Taxa de transferência de carga; Nível de serviço; Satisfação do consumidor; Chamadas de navios
(MARTÍNEZ-BUDRÍA et al., 1999)	26 Portos espanhóis (1193-1997)	Despesas de mão de obra, depreciação e outras despesas	Total de cargas movimentadas; Receita com o aluguel das instalações portuárias
(BARROS, 2003)	10 Portos portugueses (1990-2000)	Número de funcionários e valor contábil dos ativos	Navios; Movimentação de carga; Carga a granel; Frete em contêiner; Granel sólido; Granel líquido
(BARROS; ATHANASSIOU, 2004)	2 Portos gregos e 4 portugueses (1998-2000)	Mão de obra e capital	Número de navios; Frete movimentado; Carga movimentada; Movimentação de contêineres
(CULLINA NE; JI; WANG, 2005)	57 Portos conteineiros internacionais (1999)	Comprimento do terminal; Área terminal; Guindaste pôrtico do cais; Guindaste pôrtico do terminal e transportador de escora	Rendimento do contêiner
(CULLINA NE et al., 2006)	Portos europeus	Área do terminal em hectares; Comprimento do cais em metros; Número de equipamentos.	Rendimento anual em TEUs
(FONTES, 2006)	31 portos brasileiros	Extensão total de cais portávei	Movimentação total de embarcações; Movimentação total de carga em toneladas dentro e fora do cais
(CARVALHO et al., 2010)	33 portos ibéricos (2005-2006)	Cais; Pessoal; Guindastes	Graneis líquidos; Graneis sólidos; Carga geral; TEU de carga Ro-Ro; Passageiros
(SIMÕES; MARQUES, 2010)	41 portos europeus (2005)	Despesas operacionais totais	Contêiner; Granel seco; Granel líquido; Passageiros
(LOZANO; VILLA; CANCA, 2011)	Portos espanhóis	Área do terminal em m <sup>2</sup> ; Comprimento do cais em metros; Número de guindastes; Número de rebocadores	Movimentação anual em TEUs; Tráfego de cargas em toneladas/ ano; Número de navios por ano
(BICHOU, 2011)	10 terminais de contêineres (2002-2008)	Insumos no local do cais (calado, LOA - comprimento total do navio atracado, índice do guindaste, área terminal, caminhões e veículos); Local do estaleiro (índice de empilhamento do estaleiro taxa anual, tempo de armazenamento, caminhões e veículos); Terminal (os insumos acima)	Local do cais (hora do guindaste/movimentação); Local do estaleiro (tempo de espera da carga); Terminal (produção em TEU)

AUTOR	AMOSTRA	INPUTS	OUTPUTS
(BERGANTI NO; MUSSO, 2011)	18 portos do sul da Europa, localizados no Mediterrâneo (1995-2007)	Dimensão do cais; Número de terminais; Área do porto de manuseio; Manuseio de equipamentos; PIB por pessoa; Taxa de emprego; Movimentação total; Tamanho do porto; Envolvimento no tráfego de contêineres	Movimentação total
(BARROS, 2012)	23 portos marítimos brasileiros (2004-2010)	Comprimento do cais, Número de guindastes; Número de funcionários	Movimentação anual em TEUs, Granel seco; Granel líquido
(CORTEZ <i>et al.</i> , 2013)	Autoridades portuárias brasileiras (2007-2009)	Número de funcionários, Custo operacional; Investimentos	Faturamento; Carga movimentada
(WANKE, 2013)	27 portos brasileiros	Número de berços; Área do armazém em m <sup>2</sup> ; Área do pátio em m <sup>2</sup>	Movimentação anual em TEUs; Rendimento anual dos graneis sólidos em toneladas
(YUEN; ZHANG; CHEUNG, 2013)	21 portos chineses	Área do terminal em m <sup>2</sup> ; Comprimento do cais em metros; Número de berços; Número de guindastes de cais; Número de guindastes de pátio	Movimentação anual em TEUs
(TRUJILLO; GONZÁLEZ ; JIMÉNEZ, 2013)	Portos africanos	Área total do terminal em m <sup>2</sup> ; Berços em metros; Número de guindastes	Movimentação anual em TEUs
(SOUSA <i>et al.</i> , 2019b)	Portos públicos brasileiros	Tempo médio de espera entre atracações; Tempo médio atracado; Consignação média; Prancha média	Quantidade de atracações; Quantidade de carga movimentada

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Essa sessão tem como objetivo apresentar o método de aplicado na realização do estudo, bem como a seleção de variáveis e amostra utilizada.

#### 3.1. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Para medir a eficiência dos sistemas portuários foi utilizada a DEA que é uma técnica estatística não paramétrica, desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes para avaliação da eficiência de unidades escolares públicas nos Estados Unidos (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

O método DEA busca avaliar a eficiência das DMUs envolvidas em um processo de produção homogêneo (MILANI *et al.*, 2015), no presente estudo os portos da amostra selecionada. Sendo assim, no presente estudo, define-se como um porto (DMU) eficiente, aquele que apresenta um elevado nível de produtos/serviços (*outputs*) fornecidos com a utilização do mesmo nível de recursos (*inputs*), comparado com os outros portos da amostra, ou ainda, aquele que dado um nível de produtos/serviços fornecidos, possui níveis baixos de recursos aplicados Milani et al. (2015).

Como a medida da eficiência é dada pela resultante da razão da soma ponderada dos produtos ou serviços (*outputs*) pela soma ponderada dos recursos utilizados (*inputs*) (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978), a DEA busca maximizar os pesos atribuídos em cada *output* e *input*. Há dois modelos principais de DEA, o modelo CCR que leva o nome formado pelas

siglas dos nomes dos autores Charnes, Cooper e Rhodes, e o modelo BCC desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper anos depois.

O modelo CCR pressupõe uma relação entre *inputs* e *outputs* com escala constante, ou seja, uma alteração nos *inputs* acarreta uma alteração proporcional nos *outputs*. Assim, é o modelo para aplicar em sistemas com retorno contínuo de escala. Já o BCC, considera retornos variáveis de escala não considerando a proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*. Tanto o modelo CCR, como o BCC, pode ser formulado com foco na redução de *inputs* e manutenção do nível de *output*, ou com foco no aumento do nível de *outputs* dado os níveis de *inputs* (SOUSA *et al.*, 2019b). Conhecidos como orientação ao *input* e orientação ao *output*, respectivamente.

Na literatura encontramos um grupo de pesquisas na área portuária que considera o porto com retornos constantes de escala, enquanto há um grupo de pesquisa que aponta o porto com retornos variáveis (SOUSA *et al.*, 2019b). O presente estudo utiliza o modelo CCR, uma vez que, dada as diferenças do volume de custos fixos entre os diversos portos, torna-se difícil determinar a relevância e presença de retornos de escala (PANAYIDES *et al.*, 2009). Adiciona-se ainda, o fato de o modelo BCC fornecer um score de eficiência bem superior, tornando a tarefa de diferenciação entre os portos mais difícil (PANAYIDES *et al.*, 2009).

A Equação (1) apresenta o modelo DEA-CCR orientado a *outputs*, e as Equações de 2 a 4 as restrições do modelo.

$$\text{Max } h_o = \sum_{i=1}^n v_i x_{io} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{ro} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 1 \quad j = 1, \dots, o, \dots, N \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

Onde:

$h_o$  = Eficiência da DMU 0;

$y$  = Número total de *outputs*;

$x$  = Número total de *inputs*;

$y_{rj}$  = Quantidade de *output* r para DMU j;

$x_{ij}$  = Quantidade de *input* r para DMU j;

$u_r$  = Peso outorgado ao *output* y;

$v_i$  = Peso outorgado ao *input* x;

Foi escolhida a orientação ao *output*, isso porque ao buscar a competitividade, espera-se que o porto alcance maior participação de mercado com aumento do volume de carga movimentado. Adicionalmente, destaca-se que os investimentos em infraestrutura portuária são altos e, como destacado na literatura, escassos, assim, busca-se como eficiência o aumento da produção, bem como dos resultados econômicos, com os níveis de recursos existentes.

Os modelos DEA tendem a produzirem avaliações benévolentes, buscando destacar as melhores características de cada DMU analisada (SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011). Como forma de minimizar esse efeito e aumentar a discriminação entre as DMUs, é indicado o uso da fronteira invertida (MEZA *et al.*, 2005, 2007; SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011), que é uma avaliação pessimista das DMUs a partir da construção de uma fronteira formada pelas unidades ineficientes, com as piores práticas gerenciais (SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011). A formulação da fronteira invertida é feita a partir da inversão entre os *inputs* e *outputs* do modelo DEA original (MEZA *et al.*, 2007; SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011).

A partir da fronteira invertida, é construído um indicador chamado eficiência composta, que é a média aritmética entre a eficiência padrão (fronteira clássica) e a eficiência na fronteira invertida (MEZA *et al.*, 2007; SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011) conforme Equação 5.

$$\text{Eficiência composta} = \frac{\text{eficiência padrão} + (1 - \text{eficiência invertida})}{2} \quad (5)$$

Esse indicador de eficiência composta é normalizado, dividindo cada valor pela maior eficiência calculada, dessa forma, a DMU mais eficiente, será aquela com a maior eficiência composta, indicando que essa DMU apresentou um bom desempenho na fronteira padrão e não apresentou bom desempenho na fronteira invertida (SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011). Conforme os autores, isso implica que a DMU é boa nas características que tem bom desempenho, ao mesmo tempo em que não é tão ruim naquelas características que não apresentou bom desempenho.

### 3.2. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA E VARIÁVEIS

A amostra utilizada é composta pelos portos dos sistemas portuários do Brasil, de Portugal e da Espanha, sendo consideradas as Autoridades Portuárias responsáveis pela administração dos portos. Assim a amostra é formada conforme apresentada nos Quadros 2, 3 e 4.

Quadro 2 - Autoridades Portuárias brasileiras e os portos administrados.

Autoridade Portuária	Portos
Cia Docas do Espírito Santo – CODESA	Vitória, Barra do Riacho.
Cia Docas de São Paulo – CODESP	Santos.
Cia Docas do Rio de Janeiro – CDRJ	Rio de Janeiro, Itaguaí, Niterói e Angra dos Reis.
Cia Docas do Estado da Bahia – CODEBA	Salvador, Aratu e Ilhéus.
Cia Docas do Rio Grande do Norte – CODERN	Natal e Areia Branca.
Cia Docas do Ceará – CDC	Fortaleza.
Cia Docas do Pará – CDP	Belém, Santarém e Vila do Conde.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3 - Autoridades Portuárias de Portugal e os portos administrados.

Autoridade Portuária	Portos
APDL – Administração do Porto do Douro, Leixões e Viana do Castelo	Douro, Leixões e Viana do Castelo
APA – Administração do Porto de Aveiro e Figueira da Foz	Aveiro e Figueira da Foz
Porto dos Açores	Açores
APL – Administração do Porto de Lisboa	Lisboa
APS – Administração do Porto de Sines e do Algarve	Sines

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 4 - Autoridades Portuárias da Espanha e os portos administrados.

Autoridade Portuária	Portos
Autoridade Portuária de A Coruña	Porto de A Coruña
Autoridade Portuária de Almeria	Portos de Almería e Carboneras
Autoridade Portuária de Avilés	Porto de Avilés
Autoridade Portuária da Bahía de Algeciras	Porto de Algeciras
Autoridade Portuária da Bahía de Cádiz	Porto da Bahía de Cádiz
Autoridade Portuária de Barcelona	Porto de Barcelona
Autoridade Portuária de Bilbao	Porto de Bilbao
Autoridade Portuária de Cartagena	Porto de Cartagena
Autoridade Portuária de Castelló	Porto de Castelló
Autoridade Portuária de Gijón	Porto de Gijón
Autoridade Portuária de Málaga	Porto de Málaga
Autoridade Portuária de Santander	Porto de Santander
Autoridade Portuária de Sevilla	Porto de Sevilla
Autoridade Portuária de Terragona	Porto de Terragona
Autoridade Portuária de Valência	Porto de Valência
Autoridade Portuária de Vigo	Porto de Vigo
Autoridade Portuária de Huelva	Porto de Huelva

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um estudo pode ser considerado um corte transversal, quando a coleta de dados é realizada uma única vez em um espaço de tempo curto, enquanto no corte longitudinal tem caráter contínuo e a coleta é realizada ao longo de um período de tempo maior (COLLIS; HUSSEY, 2005). Nesse sentido, uma análise de corte transversal, no permite a comparação de uma DMU em relação a todas as outras, no mesmo período de tempo. No entanto, nessa abordagem ignoramos o efeito do tempo, o que poderia incorrer no risco de não capturarmos os efeitos de aplicações de grande volume de recursos que buscam resultados futuros.

Dessa forma, optou-se por utilizar nesse estudo o corte longitudinal, avaliando a eficiência da amostra selecionada ao longo do período de 2015 a 2018, período mais atual em que foram encontrados os dados secundários disponíveis. As fontes secundárias são constituídas por dados já existentes de forma organizada em documentos, livros e relatórios (COLLIS; HUSSEY, 2005).

As variáveis de *inputs* e *outputs* escolhidos para modelagem DEA e avaliação da eficiência portuária são apresentados no Quadro 5.

Uma característica importante da DEA a ser observada é a necessidade de estabelecer um equilíbrio entre a quantidade de varáveis e DMUs escolhidas (MELLO *et al.*, 2005). Isso porque, pode reduzir a capacidade da DEA em discriminar as DMUs eficientes e ineficientes, gerando um grande número de DMUs eficientes. Assim, o presente estudo buscou respeitar a regra de 3 (três) vezes mais observações do que o total de variáveis, ou seja, com 6 variáveis espera-se que o modelo tenha pelo menos 18 DMUs (SIGALA *et al.*, 2004), com isso são avaliadas 31 DMU's.

Quadro 5 - Variáveis utilizadas no estudo

	Variável	Justificativa
Inputs	Investimentos	Permite avaliar o comprometimento da Autoridade portuária com a expansão da infraestrutura, consequentemente o atendimento com serviços de qualidade (CORTEZ <i>et al.</i> , 2013). Medido pelos recursos aplicados no ativo imobilizado.
	Custo Operacional	Permite avaliar a Autoridade Portuária sob o ponto de vista de sua eficiência operacional, considerando o ajustamento adequado de sua capacidade operacional à demanda prevista, bem como o consumo de recursos financeiros (CORTEZ <i>et al.</i> , 2013).
	Custo com Mão de Obra	Reflete o consumo de recursos financeiros na utilização dos recursos humanos, que normalmente consiste um volume considerável de recursos (BARROS, 2003; SOUSA <i>et al.</i> , 2019a).
Outputs	Faturamento	Reflete o impacto da gestão operacional dos terminais administrados pela Autoridade Portuária, bem como a gestão dos contratos de arrendamentos (CORTEZ <i>et al.</i> , 2013).
	Carga Movimentada	Possibilita avaliar a eficiência da Autoridade Portuária em gerar movimentação e receita nos terminais por ela administrado. Além de refletir a eficiência dos terminais arrendados (CORTEZ <i>et al.</i> , 2013).
	Lucro Operacional	Permite avaliar sob o ponto de vista da eficiência o potencial da Autoridade Portuária em converter receita em ganhos reais com a gestão operacional.

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das variáveis de *input* e *output* dos portos brasileiros medidas em valores monetários foram convertidos de Real para Euro, como forma de avaliar as variáveis em magnitudes similares. Para isso foi utilizada a taxa de câmbio da data de fechamento das demonstrações contábeis (COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS, 2010), a taxa de câmbio Ptax, escolhida em função de sua robustez metodológica e qualidade de referência (CENTRAL, 2019).

Tabela 1 - Estatísticas descritivas

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Investimentos (mil. €)	-	330.696.526	8.222.726	50.382.282
Custo Operacional (mil. €)	-	12.270.343	303.374	1.854.164
Custo Mão de Obra (mil. €)	-	14.608.521	353.218	2.156.990
Faturamento (mil. €)	-	54.070.518	1.290.903	7.959.649
Carga Movimentada (Ton)	-	133.159.762	24.344.670	28.707.826
Lucro Operacional (mil. €)	- 146.624	10.666.296	226.893	1.443.394

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas dos *inputs* e *outputs* da amostra do estudo. Os dados mostram a heterogeneidade entre os portos, em termos de volume de recursos aplicados, bem como em relação aos resultados da aplicação desses recursos. Destaca-se o lucro das operações portuárias que apresentam grande variação em relação à média, com frequente ocorrência de registro de prejuízos operacionais.

Na Tabela 2 são mostrados os índices de eficiência obtidos pelo modelo DEA-CCR clássico aplicado às DMUs que representam os portos públicos do Brasil, da Espanha e de Portugal e sua movimentação de carga e retornos dos recursos empregados nos anos de 2015 a 2018. Destaca-se aqui a ausência do porto de Bilbao nos anos de 2017 e 2018 e a APA em 2018 pelo motivo da não disponibilização dos dados nos relatórios existentes para acesso.

Como forma de melhorar a discriminação das DMUs buscando identificar a melhor em eficiência, empregou-se o método da fronteira invertida para obtenção do indicador de eficiência composta (MEZA *et al.*, 2007; SILVEIRA; MEZA; MELLO, 2011).

Tabela 2 - Índices de eficiência padrão e composta das DMUs

DMU	EFICIÊNCIA PADRÃO				EFICIÊNCIA COMPOSTA			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
CODESP	<b>100%</b>	90%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	83%	78%	84%	85%
CODESA	<b>100%</b>	86%	89%	94%	55%	64%	67%	66%
CODERN	30%	25%	37%	35%	16%	14%	20%	19%
CODEBA	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	85%	90%	85%	61%
CDRJ	<b>100%</b>	90%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	55%	49%	54%	83%
CDP	85%	92%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	46%	63%	82%	71%
CDC	37%	34%	49%	43%	28%	29%	47%	38%
CORUNA	<b>100%</b>	84%	83%	85%	74%	66%	66%	51%
ALMERIA	78%	74%	77%	81%	74%	76%	79%	82%
AVILES	70%	70%	69%	85%	76%	77%	75%	85%
ALGECIRAS	77%	71%	77%	<b>100%</b>	42%	39%	42%	55%
CADIZ	45%	55%	46%	49%	49%	60%	52%	56%
BARCELONA	81%	72%	91%	85%	81%	77%	87%	81%
BILBAO	85%	75%	-	-	86%	82%	-	-
CARTAGENA	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	97%
CASTELLON	83%	<b>100%</b>	94%	<b>100%</b>	88%	99%	95%	97%
GIJON	<b>100%</b>	91%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	55%	50%	54%	55%
MALAGA	48%	57%	79%	62%	46%	59%	71%	65%
SANTANDER	66%	67%	97%	75%	68%	71%	89%	78%
SEVILLA	56%	55%	67%	76%	53%	57%	63%	66%
TARRAGONA	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	97%	99%	99%	95%
VALENCIA	<b>100%</b>	95%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	96%	94%	96%	91%
VIGO	64%	64%	78%	<b>100%</b>	35%	60%	71%	87%
HUELVA	82%	81%	86%	88%	83%	83%	85%	69%
APDL	75%	72%	68%	75%	48%	39%	37%	41%
MADEIRA	50%	32%	38%	34%	28%	17%	21%	18%
APA	21%	19%	21%	-	12%	10%	11%	-
ACORES	33%	39%	56%	36%	18%	21%	30%	20%

DMU	EFICIÊNCIA PADRÃO				EFICIÊNCIA COMPOSTA			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
APL	56%	62%	73%	84%	53%	58%	65%	70%
APFF	41%	36%	43%	39%	23%	20%	24%	22%
SINE	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	99%	99%	99%	95%

Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir do modelo clássico, dado sua benevolência, observou-se um “empate” entre quatro DMUs que se mostraram eficientes durante os 4 anos de forma consistente, sendo uma no Brasil (CODEBA), uma em Portugal (SINE) e duas na Espanha (CARTAGENA e TERRAGONA). Outras quatro DMUs mantiveram eficientes em três anos e no ano de 2016 apresentaram eficiência acima de 90%. Dessas, duas são brasileiras (CODESP e CDRJ) e duas na Espanha (GIJON e VALÊNCIA). Outras DMUs mostraram-se eficientes em um ou dois períodos, não apresentando consistência dessa eficiência.

Considerando a eficiência composta, a única DMU que se manteve eficiente, foi a CARTAGENA, apresentando uma queda na eficiência em 2018, evidenciando que essa unidade obteve melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Vale ressaltar a posição de destaque em importação que o porto de Cartagena ocupa na região.

A partir de uma análise mais detalhada dos relatórios da administração do porto de Cartagena, observa-se uma redução no total de mercadorias movimentada em 2018, depois de um movimento crescente nos últimos anos. Acompanhado dessa redução na movimentação de carga, observou-se um modesto aumento no faturamento e aumento nos custos proporcionalmente maiores que o aumento no faturamento.

Destaca-se que da amostra avaliada, o porto de Cartagena apresentou aumento nos investimentos imobilizados de forma consistente ao longo dos anos, mesmo que em um período tenha sido em menor volume percentual. Outro porto da amostra também apresentou aumento nos investimentos imobilizados, entretanto, diferente de Cartagena, apresentou prejuízo operacional ao longo de todo o período analisado.

Quando classificadas as DMUs em as 10 com maior eficiência no período, observa-se que em todos os anos se destacam portos Espanhóis, destacadamente, Valência, Cartagena, Castellon e Terragona. Os portos brasileiros que se apresentam nesse grupo são a CODESP e a CODEBA, enquanto o porto de SINE é o único porto português que aparece nesse grupo.

Os benchmarks identificados na análise de eficiência das Autoridades Portuárias mostraram que no grupo de portos brasileiros, o destaque como benchmark é a CODEBA, que aparece de forma mais consistente como referência para os demais portos do Brasil. Isso corrobora os resultados de Sousa et al. (2020) quando identificaram que das Autoridades Portuárias brasileiras, a CODEBA é a que melhor apresentou resultados econômicos para o período avaliado.

Os portos espanhóis são os que aparecem com maior frequência e regularidade como benchmark para todos os portos, de forma mais destacada para os portos do próprio país e para os portos portugueses. Nesse grupo destacam-se os portos de Cartagena, Castellon, Terragona e Valência. Esse fato pode corroborar com os achados de Rogério João Lunkes, Constante, Rosa, Ripoll-Feliu, & Giner-Fillol (2014) que identificaram uma maior organização do sistema portuário espanhol no que diz respeito ao sistema tarifário, que pode contribuir para o aumento na competitividade e atender a autossustentabilidade do porto.

A Tabela 3 mostra o ranking das Autoridades portuárias baseado na eficiência composta ao longo do período em análise. Pode-se observar que quando avaliamos os cinco primeiros portos nos quatro anos, principalmente portos espanhóis que figuraram como benchmarks, além do porto de Sine em Portugal. A Autoridade Portuária brasileira mais próxima desse grupo é a CODEBA, confirmando seu destaque como benchmark no Brasil.

Vale destacar que o sistema portuário espanhol tem realizado um movimento em relação à implementação de modelos de gestão portuária sob a ótica econômica (LUNKES *et al.*, 2013).

Tabela 3 - Ranking de eficiência composta das Autoridades Portuárias ao longo do período analisado

Ranking	DMU	2015	DMU	2016	DMU	2017	DMU	2018
1	CARTAGENA	100%	CARTAGENA	100%	CARTAGENA	100%	CASTELLON	97%
2	SINE	99%	SINE	99%	TARRAGONA	99%	CARTAGENA	97%
3	TARRAGONA	97%	CASTELLON	99%	SINE	99%	SINE	95%
4	VALENCIA	96%	TARRAGONA	99%	VALENCIA	96%	TARRAGONA	95%
5	CASTELLON	88%	VALENCIA	94%	CASTELLON	95%	VALENCIA	91%
6	BILBAO	86%	CODEBA	90%	SANTANDER	89%	VIGO	87%
7	CODEBA	85%	HUELVA	83%	BARCELONA	87%	AVILES	85%
8	CODESP	83%	BILBAO	82%	CODEBA	85%	CODESP	85%
9	HUELVA	83%	CODESP	78%	HUELVA	85%	CDRJ	83%
10	BARCELONA	81%	BARCELONA	77%	CODESP	84%	ALMERIA	82%
11	AVILES	76%	AVILES	77%	CDP	82%	BARCELONA	81%
12	ALMERIA	74%	ALMERIA	76%	ALMERIA	79%	SANTANDER	78%
13	CORUNA	74%	SANTANDER	71%	AVILES	75%	CDP	71%
14	SANTANDER	68%	CORUNA	66%	VIGO	71%	APL	70%
15	CODESA	55%	CODESA	64%	MALAGA	71%	HUELVA	69%
16	CDRJ	55%	CDP	63%	CODESA	67%	CODESA	66%
17	GIJON	55%	VIGO	60%	CORUNA	66%	SEVILLA	66%
18	SEVILLA	53%	CADIZ	60%	APL	65%	MALAGA	65%
19	APL	53%	MALAGA	59%	SEVILLA	63%	CODEBA	61%
20	CADIZ	49%	APL	58%	CDRJ	54%	CADIZ	56%
21	APDL	48%	SEVILLA	57%	GIJON	54%	ALGECIRAS	55%
22	CDP	46%	GIJON	50%	CADIZ	52%	GIJON	55%
23	MALAGA	46%	CDRJ	49%	CDC	47%	CORUNA	51%
24	ALGECIRAS	42%	APDL	39%	ALGECIRAS	42%	APDL	41%
25	VIGO	35%	ALGECIRAS	39%	APDL	37%	CDC	38%
26	CDC	28%	CDC	29%	ACORES	30%	APFF	22%
27	MADEIRA	28%	ACORES	21%	APFF	24%	ACORES	20%
28	APFF	23%	APFF	20%	MADEIRA	21%	CODERN	19%
29	ACORES	18%	MADEIRA	17%	CODERN	20%	MADEIRA	18%
30	CODERN	16%	CODERN	14%	APA	11%		
31	APA	12%	APA	10%				

Fonte: Elaborada pelos autores.

O porto de Santos, administrado pela CODESP é o principal porto do Brasil e um dos maiores da América Latina, enquanto em Portugal, os portos com maior movimentação de cargas são

os portos de Sine e Leixões e, os portos de Valência e Barcelona são os portos mais significativos para importação e exportação na Espanha (VIEIRA *et al.*, 2018). Entretanto, esses portos não se apresentaram como eficientes na pesquisa, apesar de os portos de Valência e Sine indicadores relativamente altos. O porto de Santos, como o principal do Brasil, apresentou-se menos eficiente do que se esperava de um porto importante.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo avaliou a eficiência dos portos brasileiros em comparação com os portos da península Ibérica a partir da abordagem da Análise Envoltória de Dados (DEA), buscando uma análise sobre o posicionamento competitivo dos portos que pode ser influenciado pela maior ou menor eficiência na gestão dos recursos empregados nas operações portuárias.

Os resultados lançam luz sobre as práticas de gestão aplicadas no modelo de gestão pública de portos. Isso se torna importante uma vez que, além da própria Autoridade Portuária, toda a sociedade é alcançada pelos benefícios de uma boa gestão do porto, dado que ganhos em competitividade tende a refletir positivamente nos diversos setores econômicos na área de influência do porto (LUNKES *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2020).

No que dizem respeito às implicações gerenciais, os resultados apontam a importância de avaliação das estratégias adotadas pelos sistemas portuários avaliados. Diante dos recursos investidos, seja em capital ou trabalho, os resultados apresentados pelos portos são inferiores ao que poderiam apresentar. Como isso, as ações estratégicas precisam ampliar a produção do sistema portuário ou avaliar a aplicação de recursos empregados em busca de maior economicidade do sistema. Adicionalmente, torna-se importante considerar o papel dos portos públicos como instrumentos governamentais para políticas públicas, entretanto, não se pode afastar o seu caráter empresarial administrado a partir dos conceitos macroeconômicos, uma vez que tem a responsabilidade de gerir a aplicação de recursos públicos de forma eficiente.

Cabe ressaltar a existência de grande potencial para novas pesquisas em relação à eficiência do setor portuário brasileiro e ao redor do mundo. Grande parte das pesquisas que avaliam a eficiência de portos tende a concentrar-se em variáveis operacionais, pouco discutindo os aspectos da economicidade das operações e seus efeitos no posicionamento competitivo do setor. Adicionalmente, outros mercados internacionais do setor portuário, podem apresentar características distintas e que podem apresentar relevância que justifiquem avaliação e comparação como os portos brasileiros, tendo em vista a busca pela melhoria do sistema de gestão dos portos nacionais.

Pesquisas futuras poderão ainda avaliar os impactos na eficiência portuária de possíveis ações estratégicas e de políticas governamentais como o desenvolvimento da cabotagem ou políticas de integração entre portos (WU; YANG, 2018).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo pelo apoio concedido à pesquisa. Os autores são os únicos responsáveis pela versão final do trabalho e agradecem aos editores pela valiosa contribuição para o resultado final do trabalho.

## REFERÊNCIAS

BANDARA, Yapa Mahinda; NGUYEN, Hong Oanh. Influential factors in port infrastructure tariff formulation, implementation and revision. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [S. l.], v. 85, p. 220–232,

2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.011>

BARROS, C. Pestana. THE MEASUREMENT OF EFFICIENCY OF PORTUGUESE SEA PORT AUTHORITIES WITH DEA. *International Journal of Transport Economics*, [S. l.], v. Vol. 30, n. 3, p. 335–354, 2003. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/42747731>

BARROS, Carlos; ATHANASSIOU, Manolis. Efficiency in European Seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal. *Maritime Economics & Logistics*, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 122–140, 2004. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/RePEc:pal:marecl:v:6:y:2004:i:2:p:122-140>

BARROS, Carlos Pestana. Productivity assessment of African seaports. *African Development Review*, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 67–78, 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8268.2011.00305.x/pdf>

BERGANTINO, Angela Stefania; MUSSO, Enrico. The role of external factors versus managerial ability in determining seaports' relative efficiency: An input-by-input analysis through a multi-step approach on a panel of Southern European ports. *Maritime Economics & Logistics*, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 121–141, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/mel.2011.1>

BICHOU, Khalid. A two-stage supply chain DEA model for measuring container-terminal efficiency. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 6–26, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2011.037817>

BOTTASSO, Anna *et al.* Ports and regional development: A spatial analysis on a panel of European regions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [S. l.], v. 65, p. 44–55, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.04.006>

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. [S. l.: s. n.]

CALDEIRINHA, Vitor Manuel dos Ramos; FELÍCIO, José Augusto. POLÍTICA GOVERNAMENTAL DOS PORTOS PORTUGUESES NO PERÍODO 2005-2015. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, [S. l.], v. 10, n. Edição Especial 1, p. 3–25, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/reen.v10e0201727-54>

CARVALHO, Pedro *et al.* GOVERNANCE AND COMPARATIVE PERFORMANCE OF IBERIAN PENINSULA SEAPORTS. AN APPLICATION OF NON-PARAMETRIC TECHNIQUES. *International Journal of Transport Economics / Rivista internazionale di economia dei trasporti*, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 31–51, 2010. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/42747894>

CENTRAL, Banco. A taxa de câmbio de referência Ptax. [S. l.], v. d, n. 2018, p. 1–4, 2019.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, [S. l.], v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Pesquisa em administração: um guia para alunos de graduação e pós-graduação*. 2. ed. Porto Alegre-RS: [s. n.], 2005. E-book.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. *Pronunciamento Técnico CPC 02 (R2)*. Brasilia - DF: [s. n.], 2010. Disponível em: [http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/62\\_CPC\\_02\\_R2\\_rev13.pdf](http://static.cpc.aatb.com.br/Documentos/62_CPC_02_R2_rev13.pdf).

CORTEZ, Luiz Cláudio Sayão *et al.* Análise de eficiência na gestão de portos públicos brasileiros em relação ao papel das autoridades portuárias. *Journal of Transport Literature*, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 78–96, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2238-10312013000200005>

CRUZ, Maria Rosa Pires da; FERREIRA, João José de Matos. Evaluating Iberian seaport competitiveness using an alternative DEA approach. *European Transport Research Review*, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–9, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12544-015-0187-z>

CULLINANE, Kevin *et al.* The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 354–374, 2006. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.07.003>

CULLINANE, Kevin; JI, Ping; WANG, Teng-fei. The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry. *Journal of Economics and Business*, [S. l.], v. 57, n. 5, p. 433–462, 2005. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2005.02.007>

DE LANGEN, Peter W.; VAN DER LUGT, Larissa M. Institutional reforms of port authorities in the Netherlands; the establishment of port development companies. *Research in Transportation Business and Management*, [S. l.], v. 22, p. 108–113, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.12.007>

- DÍAZ-HERNÁNDEZ, Juan José; MARTÍNEZ-BUDRÍA, Eduardo; JARA-DÍAZ, Sergio. Productivity in cargo handling in spanish ports during a period of regulatory reforms. **Networks and Spatial Economics**, [S. l.], v. 8, n. 2–3, p. 287–295, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11067-007-9056-1>
- FALCÃO, Viviane Adriano; CORREIA, Anderson R. Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. **Journal of Transport Literature**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 133–146, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s2238-10312012000400007>
- FONTES, Otavio Henrique Paiva Martins. Avaliação da eficiência portuária através de uma modelagem DEA. **Marinha.Mil.Br.**, [S. l.], n. 2001, p. 86, 2006. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br.spolm/files/arq0027\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br.spolm/files/arq0027_0.pdf)
- GALVÃO, Cassia Bomer; ROBLES, Leo Tadeu; GUERISE, Luciana Cardoso. 20 years of port reform in Brazil: Insights into the reform process. **Research in Transportation Business & Management**, [S. l.], v. 22, n. 22, p. 153–160, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.01.002>
- GEIPOT. **A reforma portuária brasileira**. Brasilia: [s. n.], 2001.
- GOULARTI FILHO, Alcides. Melhoramentos, reaparelhamentos e modernização dos portos brasileiros: a longa e constante espera. **Economia e sociedade**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 31, 2007. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-06182007000300007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-06182007000300007&script=sci_arttext)
- LOZANO, Sebastián; VILLA, Gabriel; CANCA, David. Application of centralised DEA approach to capital budgeting in Spanish ports. **Computers & Industrial Engineering**, [S. l.], v. 60, n. 3, p. 455–465, 2011. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.07.029>
- LUNKES, Rogério J. et al. Tarifas Portuárias : Um Estudo Comparativo entre os Sistemas Portuário Brasileiro e Espanhol Port Taxes : A Study Comparing the Brazilian Port Systems and Spanish. [S. l.], v. 6, n. 3, p. 127–140, 2014 a. Disponível em: <http://www.apgs.ufv.br/index.php/apgs/article/view/705/373>
- LUNKES, Rogério João et al. Estudo sobre a implantação do orçamento baseado em desempenho na Autoridade Portuária de Valência. **Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro: FGV**, [S. l.], v. 47, n. 1, p. 49–76, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rap/v47n1/v47n1a03>
- LUNKES, Rogério João et al. Tarifas portuárias: um estudo comparativo entre os sistemas portuário brasileiro e espanhol. **Administração Pública e Gestão Social**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 127–140, 2014 b.
- MARCHETTI, Dalmo dos Santos; PASTORI, Antonio. Dimensionamento do potencial de investimentos para o setor portuário. **BNDES Setorial, Rio de Janeiro**, [S. l.], n. 24, p. 3–33, 2006.
- MARIA, Cristina et al. Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros. **Revista de Literatura**, [S. l.], v. 5, p. 88–102, 2011.
- MARTÍNEZ-BUDRÍA, E. et al. A STUDY OF THE EFFICIENCY OF SPANISH PORT AUTHORITIES USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS. **International Journal of Transport Economics / Rivista internazionale di economia dei trasporti**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 237–253, 1999. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/42747746>
- MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares De et al. Curso de Análise de Envoltória de Dados. **XXXVII Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, [S. l.], n. 27 a 30/09/05, p. 2520–2547, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-74382002000200007>
- MEZA, Lidia Angulo et al. ISYDS- Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 493–503, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-74382005000300011>
- MEZA, Lidia Angulo et al. Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia eléctrica. **Investigação Operacional**, [S. l.], v. 27, p. 21–36, 2007.
- MILANI, Priscila et al. Análise Da Relação Entre Modelo De Gestão Portuária E Eficiência Em Portos De Contêineres. **Revista Gestão Industrial**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/gi.v11n2.1956>
- OLIVEIRA, Claudio Luis Cruz de et al. Internet como fonte de vantagem competitiva: um caso na indústria portuária. **Production**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 423–440, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-65132008000300002>
- PANAYIDES, Photis M. et al. A Critical Analysis of DEA Applications to Seaport Economic Efficiency Measurement. **Transport Reviews**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 183–206, 2009. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/01441640802260354>

PANAYIDES, Photis M.; LAMBERTIDES, Neophytos; ANDREOU, Christophoros. Reforming public port authorities through multiple concession agreements: The case of Cyprus. **Research in Transportation Business and Management**, [S. l.], v. 22, p. 58–66, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.10.002>

PUERTOS DEL ESTADO. **Anuario Estadístico 2008**. Madrid: [s. n.], 2008. Disponível em: [http://www.puertos.es/Memorias\\_Anuales/2008/index.html](http://www.puertos.es/Memorias_Anuales/2008/index.html).

ROLL, Y.; HAYUTH, Y. Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). **Maritime Policy & Management**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 153–161, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03088839300000025>

SCHWAB, Klaus. **Insight Report - World Economic Forum**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)

SIGALA, M. et al. ICT paradox lost? A stepwise DEA methodology to evaluate technology investments in tourism settings. **Journal of Travel Research**, [S. l.], v. 43, n. 2, p. 180–192, 2004.

SILVA, Andrei da; ZILLI, Júlio Cesar; TOÉ, Rosane Aléssio Dal. GESTÃO PORTUÁRIA: UM ESTUDO DA COMPETITIVIDADE DO PORTO DE IMBITUBA PERANTE O MODELO APRESENTADO PELO BANCO MUNDIAL (PORT REFORM TOOLKIT – MODULE 6 – PORT REGULATION) DE 2007. In: 2013, **Revista Técnico-Científica do IFSC**. [S. l.: s. n.] p. 310–319. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1065/808>

SILVEIRA, Juliana Quintanilha da; MEZA, Lidia Angulo; MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de. Identificação de benchmarks e anti-benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. **Production**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 788–795, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-6513201100500004>

SIMÕES, P.; MARQUES, R. C. Seaport performance analysis using robust non-parametric efficiency estimators. **Transportation Planning and Technology**, [S. l.], v. 33, n. 5, p. 435–451, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03081060.2010.502375>

SLACK, Brian; FRÉMONT, Antoine. Transformation of port terminal operations: From the local to the global. **Transport Reviews**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 117–130, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0144164042000206051>

SOUSA, Erivelto Fioresi de et al. PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS PARA AUTORIDADES PORTUÁRIAS: O CASO DO PORTO DE VITÓRIA. In: **Tendências da Contabilidade Contemporânea 3**. [S. l.]: Atena Editora, 2019 a. p. 155–173. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6131927059>

SOUSA, Erivelto Fioresi de et al. Eficiência e governança portuária: evidência do sistema portuário brasileiro. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 761–783, 2019 b. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i3.3037>

SOUSA, Erivelto Fioresi de et al. Economic Assessment of Brazilian Public Ports : Value-Based Management. **Brazilian Business Review**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 439–457, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15728/bbr.2020.17.4.5>

STRANDENES, S. P.; MARLOW, P. B. Port pricing and competitiveness in short sea shipping. **International Journal of Transport Economics**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 315–334, 2000.

THE WORLD BANK. **Alternative port management structures and ownership models**. [s. l.], 2001. Disponível em: [http://www.ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/Portoolkit/Toolkit/pdf/modules/03\\_TOOLKIT\\_Module3.pdf](http://www.ppiaf.org/sites/ppiaf.org/files/documents/toolkits/Portoolkit/Toolkit/pdf/modules/03_TOOLKIT_Module3.pdf).

THE WORLD BANK. **Port Reform Toolkit Module 6: Port Regulation**. [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-6607-3>

TONGZON, Jose L. Port choice determinants in a competitive environment. In: 2002, Panama. **Proceedings of Annual Conference and Meeting of the International Association of Maritime Economists-IAME**. Panama: [s. n.], 2002.

TONGZON, Jose L. Port choice and freight forwarders. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [S. l.], v. 45, n. 1, p. 186–195, 2009. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.tre.2008.02.004>

TOVAR, Antonio Carlos de Andrade; FERREIRA, Gian Carlos Moreira. A infra-estrutura portuária brasileira: o modelo atual e perspectivas para seu desenvolvimento sustentado. **Revista do BNDES**, [S. l.], v. 13, n. 25, p. 209–230, 2006. Disponível em: [http://www.bnedespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2508.pdf](http://www.bnedespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2508.pdf)

TRUJILLO, Lourdes; GONZÁLEZ, María Manuela; JIMÉNEZ, Juan Luis. An overview on the reform process of African ports. **Utilities Policy**, [S. l.], v. 25, p. 12–22, 2013. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jup.2013.01.002>

UDERMAN, Simone; ROCHA, Carlos Henrique; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Modernização do sistema portuário no Brasil: uma proposta metodológica. **Journal of Transport Literature**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 221–240, 2012. Disponível em: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S2238-10312012000100014>

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges. **Transporte internacional de cargas**. 2 ed ed. São Paulo: Aduaneiras, 2002. *E-book*.

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges *et al.* Avaliação Da Eficiência Portuária Utilizando a Análise Envoltória De Dados: Um Estudo Dos Terminais De Contêineres Dos Portos Da Região Sul Do Brasil. **Revista Gestão Industrial**, [S. l.], v. 10, n. 4, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/s1808-04482014000400005>

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges *et al.* Governança e regulação dos serviços portuários: um estudo comparativo entre o modelo de praticagem brasileiro e os dos países ibéricos. In: 2018, Gramado-RS. **32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte ANPET**. Gramado-RS: [s. n.], 2018. p. 281–292.

WANKE, Peter F. Physical infrastructure and shipment consolidation efficiency drivers in Brazilian ports: A two-stage network-DEA approach. **Transport Policy**, [S. l.], v. 29, p. 145–153, 2013. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.05.004>

WU, Shanhua; YANG, Zhongzhen. Analysis of the case of port co-operation and integration in Liaoning (China). **Research in Transportation Business and Management**, [S. l.], v. 26, n. September 2017, p. 18–25, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.02.007>

YUEN, Andrew Chi-lok; ZHANG, Anming; CHEUNG, Waiman. Foreign participation and competition: A way to improve the container port efficiency in China? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S. l.], v. 49, p. 220–231, 2013. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.026>