



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão
de Políticas Públicas - FACE
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - CCA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis - PPGCONT

**PORTOS BRASILEIROS: Análise da eficiência operacional e financeira dos portos
públicos, delegados e concedidos**

Aline Carneiro Leal

Brasília
2024

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen
Vice-Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Lucio Remuzat Renno Junior
Decano de Pós-Graduação

Professor Doutor José Roberto Carvalho
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas**

Professor Doutor Sérgio Ricardo Miranda Nazaré
Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Professor Doutor Jomar Miranda Rodrigues
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis

ALINE CARNEIRO LEAL

PORTOS BRASILEIROS: Análise da eficiência operacional e financeira dos portos públicos, delegados e concedidos

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília.

Linha de Pesquisa: Impactos da Contabilidade no Setor Público, nas Organizações e na Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Driemeyer Wilbert

Brasília
2024

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão
de Políticas Públicas (FACE)
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - CCA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis - PPGCONT

ALINE CARNEIRO LEAL

**PORTOS BRASILEIROS: Análise da eficiência operacional e financeira dos portos
públicos, delegados e concedidos**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Driemeyer Wilbert.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Driemeyer Wilbert – Orientador
PPGCONT/CCA/FACE/UnB

Prof. Ph.D. Carlos Rosano Peña – Membro Interno
PPGCONT/CCA/FACE/UnB

Prof. Dr. Adolfo Henrique Coutinho e Silva – Membro Externo
PPGC/UFRJ

Prof^a. Dra. Mariana Guerra - Suplente
PPGCONT/CCA/FACE/UnB

Brasília, 29 de outubro de 2024.

Ao meu marido, Marcelo, pelo incentivo e suporte.

Às minhas primas, Thais e Gabriella, que me ensinaram que a vida é um sopro, ao terem partido tão cedo.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à Deus, pelo dom da vida e pela oportunidade de prosseguir com os meus estudos. Também agradeço por cada sinal enviado, inequívoco e tempestivo, quando eu tinha dúvidas sobre a continuidade do curso, e foram muitos!!!

Agradeço também aos meus pais, por toda dedicação e por serem a minha base, me apoiando em todas as minhas escolhas.

Agradeço ao meu marido, Marcelo, pelo incentivo em todos os momentos da pós-graduação, pela compreensão das limitações da vida de estudante e principalmente por ter estado com a nossa pequena Ananda nos diversos momentos que eu não pude estar. E eu sei, que esse é um sonho dele também.

Agradeço à Ananda, minha filha, pela felicidade diária.

Agradeço aos colegas da UnB, companheiros de jornada, pelas trocas de conhecimento e força para seguir em frente.

Agradeço aos demais colegas e familiares que me auxiliaram em algum momento e torceram por mim.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Professor Marcelo, por acreditar em mim e pela leveza durante toda a dissertação.

*Felicidade é quando o que você pensa, o que
você diz e o que você faz estão em harmonia.*

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A infraestrutura de transporte marítimo é importante para a inserção econômica do Brasil, sendo que o país conta com 35 são portos públicos. A Lei nº 9.277/1996 autorizou a União a delegar aos municípios, estados, e DF a administração e exploração dos portos. Assim, os portos públicos podem ser classificados em federais ou em delegados. Os portos delegados são os portos públicos que a União passou a responsabilidade de administração e operação para outras entidades públicas, como Estados, municípios e consórcios públicos. O objetivo do estudo é o de avaliar a existência de diferença de eficiência operacional e de eficiência financeira entre os portos federais e delegados. Foram analisados dados para o período de 2019 a 2023, para a eficiência operacional foram consideradas as variáveis de infraestrutura, bem como variáveis de desempenho como carga bruta movimentada e inverso do tempo médio atracado; para a eficiência financeira foram considerados os valores de despesas operacionais, custos de atividade, carga bruta movimentada e quantidade de atracções. A análise de eficiência foi realizada por meio da Análise Envoltória de Dados com retornos variáveis de escala. Recentemente houve a concessão de portos públicos, os quais também foram objeto do estudo. Em resumo, os portos delegados apresentaram maiores valores de eficiência operacional quando comparados aos portos de administração federal, por meio das Companhias Docas. Os portos delegados representam 60% dos portos considerados com eficiência alta, 62,5% no grupo de eficiência média e de 30,7% no grupo de eficiência baixa. Quanto à eficiência financeira, os portos federais foram classificados em média e alta eficiência, cada uma com 50% dos portos; 2 portos delegados tiveram desempenho ruim, com baixa eficiência e 7 portos foram classificados com alta eficiência. Foi feito o teste de Mann-Whitney para verificar a significância estatística dos valores de eficiência apurados. A análise do índice de Malmquist foi realizada para verificar se houve ganhos ou perdas de produtividade de cada um dos portos no período do estudo. Constatou-se que em relação à eficiência operacional, mais de 50% dos portos federais e delegados apresentaram ganho de produtividade e cerca de 29% dos portos apresentaram perda de produtividade. No que tange a eficiência financeira, todas as DMUs federais analisadas exibiram ganho de produtividades, as delegadas tiveram representantes com ganhos, perdas e neutras em relação à produtividade, e a DMU concedida apresentou perda de produtividade.

Palavras-chave: Eficiência operacional. Eficiência financeira. DEA. Portos federais. Portos delegados

ABSTRACT

The maritime transport infrastructure is important for Brazil's economic integration, as the country has 35 public ports. Law No. 9.277/1996 authorized the Federal Government to delegate the administration and operation of ports to municipalities, states, and the Federal District. Thus, public ports can be classified as federal or delegated. Delegated ports are public ports where the Federal Government has transferred the responsibility for administration and operation to other public entities, such as states, municipalities, and public consortia. The aim of this study is to assess the existence of operational efficiency and financial efficiency differences between federal and delegated ports. Data from 2019 to 2023 were analyzed. For operational efficiency, infrastructure variables were considered, as well as performance variables such as gross cargo handled and the inverse of the average docking time. For financial efficiency, operational expenses, activity costs, gross cargo handled, and the number of dockings were considered. The efficiency analysis was conducted through Data Envelopment Analysis (DEA) with variable returns to scale. Recently, there was the concession of public ports, which were also the subject of the study. In summary, delegated ports showed higher operational efficiency values when compared to ports under federal administration, through the Port Authorities (Companhias Docas). Delegated ports accounted for 60% of ports considered highly efficient, 62.5% in the medium efficiency group, and 30.7% in the low efficiency group. Regarding financial efficiency, federal ports were classified into medium and high efficiency categories, each with 50% of the ports; two delegated ports performed poorly, with low efficiency, and seven ports were classified as highly efficient. The Mann-Whitney test was conducted to verify the statistical significance of the efficiency values obtained. The Malmquist index analysis was performed to verify whether there were productivity gains or losses for each port during the study period. It was found that in relation to operational efficiency, more than 50% of federal and delegated ports showed productivity gains and around 29% of ports showed productivity losses. Regarding financial efficiency, all federal DMUs analyzed showed productivity gains, the delegated ones had representatives with gains, losses and neutrality in relation to productivity, and the granted DMU showed a loss in productivity.

Keywords: Operational efficiency. Financial efficiency. DEA. Federal ports. Delegated ports

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão (técnica paramétrica).....	42
------------	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Representação dos portos federais, delegados e concedidos	23
Tabela 2-	Marcos regulatórios da legislação portuária brasileira	29
Tabela 3-	Portos delegados e características da delegação	31
Tabela 4-	Características de artigos científicos revisados sobre eficiência portuária.....	55
Tabela 5-	Variáveis utilizadas na análise da eficiência operacional constantes na literatura	67
Tabela 6 -	Variáveis utilizadas na análise da eficiência operacional.....	70
Tabela 7 -	Variáveis utilizadas, descrição e fonte dos dados.....	70
Tabela 8 -	Variáveis utilizadas na análise da eficiência financeira constantes na literatura	72
Tabela 9-	Variáveis utilizadas na análise da eficiência financeira	74
Tabela 10-	Variáveis utilizadas, descrição e fonte dos dados.....	75
Tabela 11-	Classificação de nível de eficiência.....	77
Tabela 12-	Estatística descritiva dos portos, características de infraestrutura.....	78
Tabela 13-	Carga bruta movimentada [milhões de toneladas]	78
Tabela 14-	Tempo atracado [horas]	79
Tabela 15-	Estatística descritiva Porto de Vitória	79
Tabela 16-	Carga movimentada [milhões de tonelada] e tempo de atracação [horas] do Porto de Vitória	79
Tabela 17-	Resultados na análise de eficiência operacional – Eficiência Alta.....	80
Tabela 18-	Resultados na análise de eficiência operacional – Eficiência Baixa	80
Tabela 19-	Classificação portos x ente administrador	81
Tabela 20-	Eficiência operacional dos portos – Índice de Malmquist.....	81
Tabela 21-	Teste de Mann-Whitney – Eficiência operacional	82
Tabela 22-	Despesas operacionais [em milhares de R\$]	83
Tabela 23-	Custos de atividades [em milhares de R\$].....	83
Tabela 24-	Carga bruta movimentada [milhões de toneladas]	84
Tabela 25-	Quantidade de atracções	84
Tabela 26-	Despesas operacionais e custos de atividade [em milhares de reais] do Porto de Vitória.....	85
Tabela 27-	Carga bruta movimentada [milhões de tonelada] e quantidade de atracções do Porto de Vitória	85

Tabela 28-	Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Alta	85
Tabela 29-	Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Baixa	86
Tabela 30-	Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Média	86
Tabela 31-	Classificação portos x ente administrador	86
Tabela 32-	Eficiência financeira dos portos – Índice de Malmquist	87
Tabela 33-	Teste de Mann-Whitney – Eficiência operacional	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ	- Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CDC	- Companhia Docas do Ceará
CDRJ	- Companhia Docas do Rio de Janeiro
CODEBA	- Companhia Docas da Bahia
CODERN	- Companhia Docas do Rio Grande do Norte
CODESA	- Companhia Docas do Espírito Santo
CDP	- Companhia Docas do Pará
CDSA	- Companhia Docas de Santana
CDSS	- Companhia Docas de São Sebastião
CRS	- <i>Constant Returns to Scale</i>
DEA	- <i>Data Envelopment Analysis</i>
DMU	- <i>Decision Making Units</i>
EMAP	- Empresa Maranhense de Administração Portuária
IGP-DI	- índice geral de preços – disponibilidade interna
PIL	- Projeto de Investimentos em Logística
PPI	- Programa de Parcerias de Investimentos
Portobrás	- Empresa de Portos do Brasil S.A.
Portos RS	- Autoridade Portuária dos Portos do Rio Grande do Sul S.A
SCPAR	- SC Participações e Parcerias S.A.
SDP	- Sistema de Desempenho Portuário
SEP/PR	- Secretaria de Portos da Presidência da República
SFA	- <i>Stochastic Frontier Analysis</i>
SNPTA	- Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários
SOPH – RO	- Sociedade de Porto e Hidrovia do Estado de Rondônia
SPA	- Santos <i>Port Authority</i>
SPI	- Superintendência do Porto de Itajaí
TEU	- <i>Twenty-foot Equivalent Unit</i>
TUP	- Terminal de Uso Privativo
VRS	- <i>Variable Returns to Scale</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Problema de pesquisa.....	19
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo geral.....	19
1.2.2 Objetivos específicos	20
1.3 Justificativa	20
1.4 Delimitação da pesquisa	21
1.5 Estruturação da pesquisa.....	21
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1 Portos no Brasil.....	22
2.2 Legislação portos brasileiros.....	24
2.3 Organização Administrativa dos Portos Públicos.....	30
2.4 Concessão Pública, Concessão de portos.....	35
2.5 Eficiência	40
2.6 Análise Envoltória de Dados - DEA	42
2.6.1 Análise Envoltória de Dados – Portos	44
2.7 Revisão de Estudos Aplicados	46
2.7.1 Revisão de estudos aplicados - portos	47
3. METODOLOGIA	59
3.1 <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	59
3.2 Eficiência operacional.....	66
3.3 Eficiência financeira	72
3.4 Método	76
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	78
4.1 Eficiência operacional.....	78
4.1.1 Estatística descritiva.....	78

4.1.2 Análise de Eficiência Operacional.....	79
4.2 Eficiência financeira	82
4.2.1 Estatística descritiva.....	82
4.2.2 Análise de Eficiência Financeira	85
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	89
5.1 Eficiência operacional.....	89
5.2 Eficiência financeira	91
5.3 Resultados gerais	92
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICE A1 – INFORMAÇÕES SOBRE OS ITENS QUE COMPÕEM AS DESPESAS OPERACIONAIS DOS PORTOS.....	108
APÊNDICE B1 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL - DEA	111
APÊNDICE C1 – RESULTADOS DO ÍNDICE DE MALMQUIST – EFICIÊNCIA OPERACIONAL	112
APÊNDICE D1 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA FINANCEIRA – DEA	113
APÊNDICE E1 – RESULTADOS DO ÍNDICE DE MALMQUIST – EFICIÊNCIA FINANCEIRA	114

1. INTRODUÇÃO

O setor de infraestrutura é essencial para o desenvolvimento econômico de qualquer país. O Brasil possui carências em sua infraestrutura que acabam por prejudicar o seu crescimento. Em relação à Infraestrutura, o Brasil ficou em 78º lugar; quando analisada especificamente a infraestrutura de transportes, o país caiu para a 85ª posição (Portal da Indústria, 2021). Há algum tempo as transações comerciais internacionais e nacionais têm-se intensificado e ganhado importância, sendo relevante para diversos segmentos produtivos. Nesse sentido, as operações de transporte devem ser eficientes e viáveis economicamente (Uderman, Rocha & Cavalcante, 2012). Para melhorar esses índices são necessários investimentos nesses setores e uma das formas que o Brasil tem buscado para conseguir esses investimentos é por meio das concessões, que foram intensificadas nos últimos anos.

A matriz de transporte brasileira é composta pelos modais rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário, que realizam o transporte de cargas e de passageiros pelo país. O modal rodoviário é responsável pelo transporte de 64,86% das cargas no Brasil, o aquaviário por 15,72% (cabotagem e hidroviário), o ferroviário por 14,95%, o dutoviário por 4,45% e o aeroviário por apenas 0,03% (Confederação Nacional do Transporte, 2020).

Em razão desta divisão modal da matriz energética brasileira, tem-se um quadro de desvantagens comparativas em termos de competitividade internacional dos produtos de exportação, visto que se elevam os seus custos de transporte, o que incide, negativamente, nos custos logísticos totais (Ministério dos Transportes, 2011). O mesmo relatório acrescenta que o comércio interno brasileiro também é afetado por essa composição de matriz, uma vez que a competitividade inter-regional é prejudicada pelos elevados custos logísticos, o que afeta o crescimento econômico das regiões menos desenvolvidas ou situadas nas novas fronteiras agrícolas, como Norte e Nordeste, em decorrência de opções de transporte inadequadas.

O Sistema Portuário Nacional é composto por portos públicos organizados, portos fluviais e instalações privadas. Ao todo são 35 portos públicos organizados, os quais possuem administração exercida pela União, ou delegada a municípios, estados ou consórcios públicos, 39 portos fluviais e centenas de instalações portuárias privadas, denominadas terminais de uso privativo (TUP). Há nos portos organizados terminais portuários administrados pela iniciativa privada, o que se dá por meio de arrendamento portuário. Atualmente, existem no Brasil cerca de 380 terminais portuários, sendo 210 TUP em portos privados e 170 terminais arrendados em portos públicos. Os portos organizados são definidos como bens públicos construídos e

aparelhados para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações estejam sob jurisdição da autoridade portuária. Os TUP são portos totalmente privados, explorados mediante autorização da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq) e localizados fora da área do porto organizado, assim, tanto a infraestrutura de proteção quanto as áreas contíguas são de responsabilidade privada. A princípio, as instalações e operações dos TUP tinham como propósito a movimentação de graneis sólidos de cadeias verticalizadas como mineração, siderurgia, papel e celulose. Atualmente, esses terminais movimentam todos os tipos de cargas e não necessariamente de cadeias verticalizadas (Sistema Portuário Nacional, 2023; BNDES Hub de Projetos, n.d).

Em relação à forma de organização dos portos, os portos organizados têm como responsabilidade pública a administração portuária, gestão náutica e infraestrutura náutica, já a movimentação de carga, pilotagem, reboque, serviços de atracação, dragagem e outras funções são de responsabilidade privada; a infraestrutura portuária e a superestrutura portuária (equipamentos), podem ser de responsabilidade pública e/ou privada, a depender de cada porto. Já nos TUP, todas as responsabilidades são do setor privado (BNDES Hub de Projetos, n.d).

Em 2022, a movimentação portuária de carga foi da ordem de 1.219.388.435 toneladas, um aumento de 1% em relação ao ano anterior. Os Estados que movimentaram maior quantidade de carga foram Rio de Janeiro, Maranhão e São Paulo. Em relação ao perfil de carga, 58,7% foram granel sólido, 25,7% granel líquido e gasoso; 10,6% de carga containerizada e 5,1% de carga geral (constituída por mercadorias acondicionadas nas mais variadas embalagens de diversos tamanhos, pesos e/ou volumes). Desse total, 34,97% foram realizadas por portos organizados, sendo os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná os responsáveis pela maior quantidade de carga movimentada (Painel CNT do Transporte - Aquaviário, n.d.).

Em relação ao comércio internacional, o volume das exportações brasileiras cresceu 8,7% em 2023, quando comparado com o ano anterior (Balança Comercial, 2024). Pelos terminais portuários brasileiros passaram cerca de 95% das exportações, o que totalizou cerca de 220 bilhões de dólares em 2019 (BNDES Hub de Projetos, n.d.).

Em março de 2022 aconteceu a desestatização da primeira Companhia Docas, a Companhia Doca do Espírito Santo, Codesa, que administrava os Portos de Vitória e Barra do Riacho, no Espírito Santo. O objetivo da concessão foi modernizar a gestão portuária, atrair investimentos e melhorar a operação do setor, estando em consonância com os propósitos do Governo Federal de aumentar os investimentos em infraestrutura, atuando juntamente com o

setor privado. A gestão pública das Companhias Docas e as limitações inerentes a esse tipo de administração apresentam certos entraves que interferem na agilidade das tomadas de decisões, negociações e contratações, bem como dificultam os processos de modernização e avanços tecnológicos (Desestatização da Companhia Docas do Espírito Santo – CODESA, 2022). De acordo com estudo da Confederação Nacional da Indústria, estima-se que haja um gasto adicional de 2,9 a 4,3 bilhões de reais anuais no setor portuário em razão da demora na liberação das cargas e custos administrativos; e que os atrasos constantes nas obras de infraestrutura portuária deixam de gerar caixa para os investidores na ordem de 6,3 bilhões de reais (CNI, 2016).

Nesse sentido, espera-se que a concessão portuária favoreça o desenvolvimento do porto em questão, melhorando seus indicadores, com o aumento de investimentos e mudanças nos aspectos administrativos e de gestão.

Assim, a concessão da Codesa suscita a reflexão das limitações inerentes a organização dos portos públicos, e motiva a análise comparativa desses portos, de maneira a compreender as diferenças e similaridades das/os companhias/portos. Dessa maneira, a escolha de indicadores facilita a compreensão do setor, permitindo comparações.

Uma das maneiras de se avaliar a operação portuária é pelo cálculo da sua eficiência operacional. A mensuração da eficiência dos portos possibilita uma visão geral do setor além de auxiliar a escolha de estratégias. No entanto, a complexidade da estrutura portuária e a gestão do porto, podem, mas não são facilmente e diretamente refletidas em seus indicadores.

Vale ressaltar que a mensuração da eficiência portuária pode auxiliar os diversos usuários dos portos como investidores, operadores portuários, governo ao permitir o acompanhamento do desempenho do porto e identificar fatores chave que atuem na eficiência portuária e competitividade comercial (Nguyen, Nguyen, Chang, Chin & Tongzon, 2016).

Em relação aos portos brasileiros, a eficiência produtiva é um reflexo dos investimentos, da infraestrutura portuária, dos contratos de arrendamento assinados, entre outros fatores. De maneira geral, investimentos públicos atuam na infraestrutura aquaviária (via navegável de acesso ao porto, como profundidade, largura, sinalização náutica, área de fundeio), quando se trata de terminais arrendados, a infraestrutura e superestrutura dos terminais portuários são financiadas por capital privado (máquinas e equipamentos, estrutura do pátio, armazéns e silos) (Silva et al., 2011).

Assim, um dos elementos fundamentais da economia é o transporte de cargas, sendo o eixo de ligação entre o setor produtivo, o comércio e o consumidor. Dessa forma, o desenvolvimento econômico está diretamente relacionado aos aspectos logísticos para

distribuição da produção, de modo a alcançar o mercado consumidor, tanto nacional quanto internacional (Carvalho, 2023).

Dito isso, percebe-se que o modal aquaviário é relevante para o país, e até mesmo estratégico, e ainda carece de estudos, sendo, portanto, o objeto desse trabalho.

1.1 Problema de pesquisa

O porto é considerado um elo na cadeia de transporte, tendo como finalidade principal a promoção do desenvolvimento econômico de uma região através do escoamento de pessoas, de bens e de mercadorias e, assim, movimentar a economia. Os transportes existem para facilitar o deslocamento de pessoas e bens no espaço e no tempo. Dito isso, pode-se considerar que os principais objetivos dos portos são: a promoção do desenvolvimento socioeconômico e rompimento de barreiras, de maneira a permitir o escoamento e a comercialização de bens e serviços. Como objetivos de segundo grau tem-se: a armazenagem de mercadoria, despachos aduaneiros, reconhecimento de avarias, entre outros. (Falcão & Correia, 2012).

Aguero-Tobar et al. (2022) realizaram uma revisão de literatura com estudos publicados em inglês de 2001 a agosto de 2020, encontrando poucos trabalhos que utilizaram os modelos DEA para mensurar a eficiência portuária dos portos sul-americanos, apenas 5. Desse modo, os poucos estudos sobre a eficiência dos portos brasileiros corroboram para a relevância dessa pesquisa.

Sousa, Nobre, Prata e Mello (2013) salientam que o setor portuário brasileiro carece de um planejamento integrado e que a falta de indicadores confiáveis para o setor, capazes de auxiliar a análise dos portos e contribuir para o seu planejamento são fatores que contribuem para o estado precário dos portos brasileiros. Os autores acrescentam que um diagnóstico do setor auxiliaria para, em médio prazo, realizar um planejamento integrado, com o intuito de melhorar a qualidade do serviço prestado, além de aprimorar a alocação dos recursos.

Assim, o presente trabalho possui a seguinte questão de pesquisa: há diferença de eficiência entre os portos federais, delegados e concedidos? Quer dizer, a diferença da eficiência portuária pode ser explicada em razão da entidade que o administra?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa é verificar se há diferença de eficiência entre os portos brasileiros federais, delegados e concedidos. Para tanto, serão calculadas as eficiências operacional e financeira desses portos pela técnica de Análise Envoltória de Dados (do inglês,

Data Envelopment Analysis – DEA) para os anos de 2019 a 2023. Em um segundo momento, será realizada a análise do índice de Malmquist, que mensura o ganho ou perda de produtividade ao longo do tempo.

1.2.2 Objetivos específicos

Os seguintes objetivos específicos serão realizados com o intuito de atingir o objetivo geral:

- levantamento dos dados dos portos federais, delegados e concedidos;
- cálculo da eficiência operacional dos portos federais, delegados e concedidos;
- análise dos valores de eficiência operacional calculados, com o intuito de verificar se há diferença de eficiência em razão do ente que administra o porto;
- cálculo do índice de Malmquist, com os dados da eficiência operacional;
- análise dos valores do índice de Malmquist (dados da eficiência operacional), avaliando se houve ganho ou perda de produtividade;
- avaliação da significância estatística dos valores de eficiência operacional pelo teste de Mann-Whitney;
- cálculo da eficiência financeira dos portos federais, delegados e concedidos;
- análise dos valores de eficiência financeira calculados, com o intuito de verificar se há diferença de eficiência em razão do ente que administra o porto;
- cálculo do índice de Malmquist, com os dados da eficiência financeira;
- análise dos valores do índice de Malmquist (dados da eficiência financeira), avaliando se houve ganho ou perda de produtividade;
- avaliação da significância estatística dos valores de eficiência financeira pelo teste de Mann-Whitney.

1.3 Justificativa

Esse estudo é importante ao apresentar a eficiência operacional e financeira dos portos federais, delegados e concedidos brasileiros. Assim, serve como um panorama dos últimos cinco anos dos portos públicos nacionais. As informações obtidas podem auxiliar a gestão dos portos, facilitando a visualização dos portos mais eficientes. Esse ranqueamento pode oportunizar a troca de informações entre os gestores portuários, facilitando a identificação de práticas que podem contribuir para a melhoria da eficiência portuária.

Ademais, essa ordenação pode contribuir para estudos sobre as concessões portuárias, de modo a auxiliar na verificação dos portos que devem ser mais atrativos para os investidores.

A abordagem da pesquisa se coaduna com o que tem sido realizado internacionalmente, reafirmando a relevância do estudo, com enfoque para a realidade brasileira.

1.4 Delimitação da pesquisa

Esta pesquisa tem como marco temporal os últimos cinco anos com dados disponíveis, ou seja, de 2019 a 2023, de modo a buscar retratar de modo mais fiel a realidade atual dos portos públicos brasileiros, federais e delegados, além dos portos concedidos.

Os dados das variáveis (*inputs* e *outputs*) utilizadas no estudo são os disponibilizados no Painel Aquaviário da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), nos sites dos portos e nas demonstrações contábeis dos portos e Companhia Docas.

A escolha das variáveis utilizadas no estudo foi baseada em estudos anteriores sobre eficiência portuária. A metodologia eleita, DEA, foi escolhida em razão da sua aplicabilidade em diversos estudos dessa temática.

1.5 Estruturação da pesquisa

O trabalho está organizado em seis capítulos. O capítulo introdutório contextualiza o tema, sua relevância, apresenta os objetivos do estudo e sua delimitação. O capítulo dois trata da revisão da literatura, são elencados os portos brasileiros, apresentada a legislação dos portos brasileiros, a organização administrativa dos portos públicos, as concessões públicas com ênfase para as concessões portuárias, o conceito de eficiência, explanação sobre a Análise Envoltória de Dados, e a revisão de estudos aplicados, com destaque para os trabalhos sobre portos.

O capítulo seguinte discorre sobre o método DEA, descreve os modelos utilizados em trabalhos sobre eficiência portuária, operacional e financeira, e elucida o método empregado no presente estudo.

O capítulo quatro apresenta os resultados das eficiências operacional e financeira, assim como a estatística descritiva desses dados. O capítulo seguinte refere-se à análise dos resultados dos modelos propostos bem como a discussão desses achados. No capítulo final estão contidas as considerações finais, limitações da pesquisa e sugestões para pesquisas futuras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Portos no Brasil

Historicamente os portos atuam como figura central no comércio entre países e produtores, sendo relevantes para o desenvolvimento econômico e social.

Quando se fala em portos, os principais agentes são autoridades portuárias, operadores de rebocadores, consignatários e estivadores; e as atividades principais dos portos são fornecimento de infraestrutura e maquinário, docagem, movimentação de contêineres e administração (Liu, 2010).

Em relação ao perfil marítimo do Brasil, a Unctad (2023) fornece as seguintes informações, referentes aos produtos exportados no ano de 2022: 40% produtos alimentícios, 25% mercadorias manufaturadas, 17% combustíveis, 12% minérios e metais, 5% produtos matérias-primas agrícolas e 2% de outros produtos. No que tange aos principais parceiros comerciais, tem-se o seguinte grupo: China, EUA, Argentina, Países Baixos e Espanha. Os principais portos foram: Santos, Paranaguá, Rio de Janeiro, Rio Grande e Navegantes. No ano de 2022, nos portos brasileiros, foi realizada a transferência de 11 683 239 TEU, o que equivale a 1,37% volume mundial. TEU ou *twenty-foot equivalent unit* é uma medida-padrão adotada para determinar a capacidade de carga de navios e terminais, equivale a um contêiner de 20 pés de comprimento (cerca de 6,1m), por 2,4m de largura e 2,6m de altura.

Há no Brasil aproximadamente 210 terminais de uso privado em portos privados e 170 terminais arrendados em portos públicos (BNDES Hub de Projetos, n.d). Os terminais de uso privado são instalações portuárias exploradas mediante autorização e localizadas fora da área do porto organizado. Já os portos organizados são definidos como bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária (Ministério da Infraestrutura, 2021).

Atualmente, o Sistema Portuário Nacional conta com 18 portos organizados delegados, sob administração estadual ou municipal e 15 portos públicos administrados por 6 Companhias Docas (Santos *Port Authority*, Companhia Docas do Rio de Janeiro, Companhia Docas do Estado da Bahia, Companhia Docas do Rio Grande do Norte, Companhia Docas do Ceará, Companhia Docas do Pará) e 2 portos sob concessão (Vports Autoridade Portuária, que administra os portos da antiga Companhia Docas do Espírito Santo). A Tabela 1 apresenta essa composição. De acordo com a Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários (SNPTA), a classificação de porto marítimo ou fluvial é atribuída pelo tipo de navegação longo

curso ou interior, e não por localização geográfica. Dito isso, há quatro portos fluviais delegados a estados e municípios, a exemplo do Porto de Manaus, que é geograficamente fluvial, mas de acordo com a classificação da SNPTA é considerado marítimo por receber embarcações de linhas oceânicas (Ministério da Infraestrutura, 2020). O quantitativo do Sistema Portuário Nacional não considera as Instalações Portuária Públicas de Pequeno Porte - IP4 - uma vez que a Lei 12.815/2013 passou estas instalações para a esfera de atuação do Ministério dos Transportes.

Tabela 1*Representação dos portos federais, delegados e concedidos*

Tipo de propriedade	Autoridade Portuária	Porto	
Portos Federais	SPA (Santos <i>Port Authority</i>)	Porto de Santos	
	Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ)	Porto de Niterói	
		Porto do Rio de Janeiro	
		Porto de Itaguaí	
	Companhia Docas da Bahia (Codeba)	Porto de Angra dos Reis	
		Porto de Salvador	
		Porto de Aratu	
	Companhias Docas	Companhia Docas do Rio Grande do Norte (Codern)	Porto de Ilhéus
			Porto de Natal
		Companhia Docas do Ceará (CDC)	Terminal Salineiro de Areia Branca
Porto de Maceió			
Companhia Docas do Pará (CDP)		Porto de Fortaleza	
		Porto de Santarém	
		Porto de Belém	
Portos Delegados	SC Participações e Parcerias S.A. (SCPAR)	Porto de Vila do Conde	
		Porto de São Francisco do Sul	
		Porto de Imbituba	
	Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP)	Porto de Laguna	
		Porto do Itaqui	
	Companhia Docas da Paraíba	Porto de Cabedelo	
		Porto do Recife S.A.	
		Porto do Recife	
	Estadual	Companhia Docas de São Sebastião (CDSS)	Porto de São Sebastião
			Porto de Paranaguá
Portos do Paraná		Porto de Antonina	
		Autoridade Portuária dos Portos do Rio Grande do Sul S.A (Portos RS)	Porto de Rio Grande
Sociedade de Porto e Hidrovia do Estado de Rondônia (SOPH – RO)		Porto de Porto Alegre	
		Porto de Pelotas	
		Porto de Porto Velho	
Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovia (SNPH)	Porto de Manaus		

	Complexo Industrial Governador Eraldo Gueiros	Porto de Suape
Municipal	Superintendência do Porto de Itajaí (SPI)	Porto de Itajaí
	Companhia Docas de Santana (CDSA)	Porto de Santana
	Companhia Municipal de Administração Portuária	Porto do Forno
Concessões	VPorts (Codesa)	Porto de Vitória Porto de Barra do Riacho

Fonte: Secretaria Nacional de Portos e Transporte Aquaviário

2.2 Legislação portos brasileiros

No Brasil, a história dos portos remonta ao período colonial, com a chegada dos portugueses com suas embarcações. Com a instalação da coroa portuguesa no Brasil, os portos brasileiros são abertos ao comércio das nações amigas.

Em 1869 foi elaborada a primeira lei de concessão à construção e exploração de portos pela iniciativa privada, para o Porto de Santos. Em 1890 é criada a Companhia das Docas de Santos e assinado Termo de Concessão por 39 anos, o qual foi alterado para 90 anos. Para os proprietários privados, a privatização foi exitosa. No entanto, dada a importância dos portos para o desenvolvimento econômico nacional o governo via-se engessado e na década de 1930 realizou mudanças legislativas com novas regras de utilização dos portos (Gagno, 2022).

A partir de 1934, o Estado começou a implementar um programa estatizante, os portos foram considerados peças-chaves para o desenvolvimento econômico e passaram a serem controlados pelo Estado. De maneira geral, o sistema legal de 1934 garantia ao porto organizado monopólio do embarque e desembarque de toda mercadoria que estivesse dentro de sua área de influência ou que ela fosse destinada (Gagno, 2022).

Surge em 1944 o Decreto-lei nº 6.460, primeira brecha no monopólio que permitia a construção e exploração de “instalações portuárias rudimentares” pelos Estados e Municípios, que assim poderiam prestar serviços ao público e cobrar por isso, desde que a tarifa fosse aprovada pelo Governo Federal. Caso não houvesse interesse por parte dos Estados e municípios para exploração das instalações, tal atividade poderia ser desempenhada por terceiros.

O Decreto-lei nº 5/1966 permitiu a construção e exploração de instalações portuárias privadas, com o intuito de desenvolver o sistema portuário brasileiro.

Em 1967, por força do Decreto-Lei 200, o Ministério da Viação e Obras Públicas foi extinto e criado o Ministério dos Transportes. Coube ao Departamento Nacional de Portos e

Vias Navegáveis continuar a administrar diretamente alguns portos e a incentivar a constituição de empresas para administrar as atividades portuárias, originando as atuais Companhias Docas Federais. Nos anos seguintes, as autarquias do setor portuário e hidroviário foram transformadas em empresas públicas, passando a ter maior autonomia administrativa e financeira (Ministério da Infraestrutura, 2015).

Em 1975 foi criada a Empresa de Portos do Brasil S.A. (Portobrás), sendo responsável, entre outras atividades, por promover a Política Portuária Nacional, administrar e explorar os portos, fiscalizar a administração dos portos, ser responsável pelas obras e serviços de melhoria dos portos e suas instalações, além de outras atribuições. A Portobrás administrava os 35 portos comerciais mais importantes do país (Lei nº 6.222, 1975; Pereira, 2010).

A década de 1980 foi marcada por políticas que tinham como essência a diminuição da presença estatal na economia. Um dos países que mais se destacou nesse aspecto foi o Reino Unido, sendo um exemplo para diversos países, como o Brasil. No Brasil, teve-se o início de um processo de reforma, visando a redução de empresas estatais a partir do ano de 1990. O setor de infraestrutura portuária e ferroviária foram contemplados nesse processo (Ribeiro, Fiovaranti & Cruvinel, 2018). Aliado a esse comportamento global, acredita-se que as empresas privadas são capazes de alcançar níveis de eficiência produtiva superiores aos das equivalentes públicas (Rocha & Campos, 2015).

A Lei nº 8.029/1990 autorizou a dissolução ou privatização da Empresa dos Portos do Brasil S.A. - Portobrás, que administrava os portos públicos (portos organizados) do Brasil. Todo esse processo de desestatização tomou força com a promulgação da Lei nº 8.031/1990, que criou o Programa Nacional de Desestatização.

Com a promulgação dessas leis, os portos brasileiros passaram a ser administrados por companhias docas controladas pela União, por Estados e por municípios, além de empresas privadas (Silva et al., 2011).

Em 1993, foi promulgada a Lei nº 8.630, denominada Lei de Modernização dos Portos ou apenas Lei dos Portos, e dispôs sobre o regime jurídico de exploração dos portos organizados e das instalações portuárias. A Lei dos Portos marca o primeiro grande marco regulatório do setor. Essa lei trouxe diversos pontos importantes, como as regras entre os entes públicos e privados no setor portuário, esclarecimentos acerca dos contratos de arrendamento para exploração de áreas portuárias em um porto organizado, determinação de direitos e deveres das diversas partes interessadas no porto (trabalhadores, administradores portuários, arrendatários) (Ribeiro *et al.*, 2018; Silva, Martins, Rocha, & Araújo, 2011). Além disso, essa Lei teve como cerne um modelo portuário mais eficiente, com ênfase na competitividade,

atualização das normas, focado pela desburocratização e descentralização do gerenciamento portuário, buscando um aumento da participação da iniciativa privada no setor (Uderman *et al.*, 2012). Assim, a Lei nº 8.630/1993, permitiu as seguintes formas de operações portuárias: concessão do porto organizado; qualificação do operador portuário; arrendamento de instalação portuária; e autorização de instalação portuária pública de pequeno porte, de estação de transbordo de cargas ou de terminal de uso privativo (Silva et al., 2011). A Lei dos Portos foi revogada pela Lei nº 12.815/2013.

Dessa forma, no que tange ao regime de administração, os portos brasileiros podem funcionar da seguinte maneira: concedidos a governo estadual, delegados a governo estadual ou municipal, autorizados a governo estadual, empresas vinculadas à SEP/PR, e concessão à iniciativa privada (Silva et al., 2011).

Um marco para as concessões brasileiras foi o ano de 1995, em que foram publicadas as Leis nº 8.987/1995 (Lei de Concessões) e a Lei nº 9.074/1995. A primeira dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos e a segunda regula as normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos. Segundo Ribeiro *et al.* (2018), a promulgação dessas leis teve um forte impacto no setor de transportes, em que diversas rodovias federais e estaduais foram concedidas, e também houve a concessão de todas as ferrovias federais e do estado de São Paulo.

As primeiras concessões foram gerenciadas pelo Ministério que tivesse maior correlação com o objeto da concessão. A partir de 1996 foram criadas as Agências Reguladoras, as quais passaram a regulamentar e fiscalizar a prestação dos serviços públicos, cada uma em sua área de competência. A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq) foram criadas pela Lei nº 10.233/2001. Estão na esfera de atuação da Antaq: a navegação fluvial, lacustre, de travessia, de apoio marítimo, de apoio portuário, de cabotagem e de longo curso; os portos organizados e as instalações portuárias neles localizados; o transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas; a exploração da infraestrutura aquaviária federal. Cabe à Antaq a regulação, supervisão e fiscalização das atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e exploração de infraestrutura portuária e aquaviária exercida por empresas nacionais e estrangeiras.

Em 2007, a Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP/PR foi criada pela Medida Provisória nº 369 de 07 de maio, convertida na Lei nº 11.518 de 2007. A atuação de SEP/PR visa à formulação de políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e instalações portuárias marítimos, fluviais e lacustres e, especialmente, promover a

execução e a avaliação de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infraestrutura e da superestrutura dos portos e instalações portuárias marítimos, fluviais e lacustres (Ministério dos Transportes, 2013).

Em 2008 foi editado o Decreto nº 6.620/2008, o qual dispunha sobre políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e terminais portuários de competência da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República (SEP/PR), disciplinava a concessão de portos, o arrendamento e a autorização de instalações portuárias marítimas.

Em 2012, o Governo Federal criou o Projeto de Investimentos em Logística (PIL), este projeto tinha como objetivo o aumento de investimentos em infraestrutura estimulado pela concessão de rodovias e ferrovias. Em 2013 foram apresentados os projetos do PIL para o setor portuário, que teve como consequência a publicação da Lei nº 12.815/2013, a qual dispôs sobre a licitação de contratos de arrendamento. Apesar da Lei nº 8.630/1993 ter trazido diversas mudanças para o setor portuário, e resultado em um sistema mais eficiente e robusto do que antes, os portos brasileiros ainda não conseguiram atingir todas suas metas de eficiência, os custos continuavam altos e o volume de investimentos estava reduzido, situação que auxiliaram a promulgação da nova lei, em 2013 (Gagno, 2022). Essa lei é chamada de Nova Lei dos Portos e teve entre seus principais objetivos incentivar a modernização da infraestrutura e a gestão portuária, bem como incentivar investimentos privados para o setor. Ainda no ano de 2013 a Secretaria de Portos listou 159 áreas passíveis de arrendamento, organizadas por região, essas áreas foram divididas em 4 blocos organizados em um cronograma de licitações (Ribeiro *et al.*, 2018; Ministério da Infraestrutura, 2020). Em razão da Nova Lei dos Portos, o Decreto 6.620/2008 foi revogado.

A Lei nº 12.815/2013 trouxe alguns conceitos básicos do setor portuário, relevante para esse estudo tem-se:

- concessão: é a cessão onerosa do porto organizado, visando à administração e à exploração de sua infraestrutura por prazo determinado;
- delegação: é a transferência, por meio de convênio, da administração e da exploração do porto organizado para Municípios, Estados ou consórcio público.

Essa Lei trouxe orientações e diretrizes para a exploração dos portos organizados e instalações portuárias, com o objetivo de aumentar a competitividade e o desenvolvimento brasileiro.

Conforme apresentado, o legislador introduziu mudanças importantes no arranjo regulatório dos portos (com destaque para as Leis nº 8.630/1993 e nº 12.815/2013). Em comum,

essas normas visaram, atrair o capital privado para o setor, flexibilizar e desburocratizar a gestão dos portos, permitir a modernização e expansão de estruturas, bem como incrementar a movimentação de cargas e a concorrência entre os agentes atuantes no mercado (Gagno, 2022).

O Programa de Investimento em Logística 2, lançado em junho de 2015 pelo Governo Federal, foi outra iniciativa para melhorar o setor, e previa investimentos de cerca de R\$ 37,4 bilhões no setor de Portos. Esses valores seriam conseguidos pela licitação de novos arrendamentos portuários, autorização de novos terminais de uso privativo (TUP) e renovação antecipada de alguns arrendamentos portuários. Os novos arrendamentos foram divididos em blocos, com previsão para início das licitações ainda em 2015. No final de 2015 houve o leilão de arrendamento portuário de quatro terminais, para um deles o leilão foi vazio, sem interessados (Ribeiro *et al.*, 2018).

A Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR) foi extinta em 2016, sendo suas competências transferidas para o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. (Lei nº 13.341/2016). Atualmente, as atribuições da antiga SEP/PR estão sob a tutela da Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários (SNPTA), órgão vinculado ao Ministério de Portos e Aeroportos.

Em 2018 foi criado pelo Governo Federal o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) com o objetivo de promover investimentos em infraestrutura, através de parcerias público-privadas. Em relação aos terminais portuários, de acordo com as informações do PPI foram concluídos até outubro de 2021 29 projetos, sendo 18 arrendamentos portuários, 9 prorrogações e 2 cessões onerosas. Atualmente, há outros 38 projetos em andamento, sendo classificados em modelos diversos (concessão comum, desestatização e arrendamento, política de fomento).

Assim, nota-se que no setor atuam diversos atores de forma conjugada, contribuindo para a consecução dos objetivos: a ANTAQ como agência reguladora, a SNPTA e as administrações dos portos. Todas essas entidades atuam de maneira conjunta para que as políticas públicas do setor sejam postas em prática, bem como a operacionalização dos portos. Os autores emitem alerta para que essa estrutura não seja a causa de burocracia e sobreposição de papéis, caso a coordenação não atue de forma articulada (Bracarense, Vitoi & Shimoishi, 2018).

Em sua dissertação, Gagno (2022) ressalta que a segurança jurídica e a boa regulação atraem o interesse de investidores nacionais e estrangeiros, permitindo a execução de projetos de melhoria e expansão da infraestrutura portuária brasileira, tão almejada por qualquer país

que se pretenda desenvolver e integrar-se a globalização. Diante desse contexto, a autora apresenta a evolução da legislação portuária brasileira, a qual está adaptada na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2

Marcos regulatórios da legislação portuária brasileira

Evolução	Características
1ª geração (até 1950)	Promulgação das primeiras leis do setor, desde o governo imperial, abordavam serviços básicos de movimentação, armazenagem temporária, entrega de cargas e construção e exploração de “instalações portuárias rudimentares”
2ª geração (1950 até 1980)	Atividades industriais e comerciais que agregam valor aos produtos, tornando-se centros de movimentação e serviços. O terminal privativo não podia ser utilizado por terceiros. Lei nº 6.222 de 1975: cria a Empresa de Portos Brasil S.A. (Portobrás).
3ª geração (1980 até 2000)	Sistematização de coleta e processamento de dados e ligação mais próxima com a comunidade e os usuários portuários. Expansão da área de atuação e gama de serviços prestados para além dos seus domínios; portos transformam-se em um centro de logística. Constituição Federal/1988: atribuía à União a exploração direta ou permitia que fosse realizado por terceiros, mediante autorização, permissão ou concessão, cabendo, portanto, somente à União legislar sobre os portos. 1990: extinção da Portobrás Lei nº 8.630/1993: a partir dessa nova lei, o modelo estabelecido no Brasil foi o do <i>Landlord Port*</i> ;
4ª geração (2000 até 2013)	Envolvimento dos portos em redes de negócios mundiais, integração entre modais, desenvolvimento de <i>clusters</i> (ou condomínios portuários) industriais. Lei nº 10.233/ 2001: criação da Antaq; Lei nº 11.518/2007: é criada a Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP/PR; Decreto n ° 6.620/2008: dispõe sobre políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e terminais portuários, disciplina a concessão de portos, o arrendamento e a autorização de instalações portuárias marítimas, e dá outras providências.
5ª geração (a partir de 2013)	Orientações e diretrizes para a exploração dos portos organizados e Instalações portuárias, com o objetivo de aumentar a competitividade e o desenvolvimento brasileiro. Lei nº12.815/2013: nova Lei dos Portos; Decreto nº8.033/13: disposições legais que regem a exploração dos portos organizados e das instalações portuárias; Lei 13.303/2016: regras relacionadas a compras, licitações e nomeação de diretores, presidentes e membros do conselho de

administração das empresas públicas e sociedade de economia mista e suas subsidiárias.

Nota: *Landlord port*: No Brasil, esse modelo funciona da seguinte maneira: o governo brasileiro é responsável por administrar os Portos Organizados através de dois agentes: a Autoridade Portuária pública e o Conselho de Autoridade Portuária. Além de administrar, a União se propõe a realizar investimentos em infraestrutura portuária e de acessos terrestre e marítimos.

Adaptado de Gagno (2022)

2.3 Organização Administrativa dos Portos Públicos

A Constituição Federal define que compete à União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão os portos marítimos, fluviais e lacustres. Também compete privativamente à União legislar sobre o regime dos portos, navegação lacustre, fluvial e marítima (Constituição, 1988).

A Lei nº 9.277/1996 autorizou a União a delegar, mediante convênio, a exploração de portos sob sua responsabilidade ou sob a responsabilidade das empresas por ela diretamente ou indiretamente controladas, pelo prazo de até vinte e cinco anos, prorrogáveis por até mais vinte e cinco, aos municípios, estados da Federação ou ao Distrito Federal, ou consórcio entre eles. Assim, apesar dos portos serem de competência da União, existe a possibilidade de delegação, por tempo determinado.

Conforme a citada lei, no instrumento de convênio haverá cláusula prevendo a possibilidade de aplicação da legislação do Município, do Estado ou do Distrito Federal na cobrança de pedágio ou de tarifa portuária, ou de outra forma de cobrança cabível, no que não contrarie a legislação federal. Essas receitas serão aplicadas em obras complementares, no melhoramento, na ampliação de capacidade, na conservação e na sinalização da rodovia em que for cobrada e nos trechos rodoviários que lhe dão acesso ou nos portos que lhe derem origem.

O parágrafo 4º da Lei nº 9.277/1996 acrescenta que para consecução dos objetivos da delegação, o Município, o Estado ou o Distrito Federal poderá explorar a via ou o porto diretamente ou através de concessão, nos termos das leis federais que regem as concessões.

De acordo com Booz & Company (2012), a delegação dos portos públicos mediante convênios a estados e municípios não obedeceu a critérios claros, não sendo possível estabelecer uma relação direta entre os portos que foram ou não delegados e a sua importância ou abrangência. O estudo acrescenta que é possível verificar de maneira direta que os Portos Públicos federais são administrados pelas Companhias Docas. No entanto, nos Portos Públicos delegados são encontrados modelos distintos, como empresas públicas, autarquias e sociedade

de economia mista, além disso, não há clareza no que tange às responsabilidades dos estados e municípios em relação aos investimentos e desenvolvimento dos portos delegados. Na prática, os investimentos em infraestrutura são realizados com recursos federais.

Segundo Souza, Silveira Júnior & Rodrigues (2022), a delegação da gestão dos portos a Estados e municípios é, muitas vezes, conveniente, uma vez que permite sinergias com a comunidade local, em razão de uma maior proximidade dos dirigentes da administração portuária com os representantes locais, facilitando a tratativa de assuntos como mobilidade urbana, resíduos sólidos, segurança, meio ambiente e outras matérias relacionadas aos portos/cidades.

A Tabela 3 apresenta algumas informações históricas relevantes referentes aos portos delegados. As informações foram obtidas no site de cada porto. De acordo com o Ministério dos Transportes (2019), os convênios de delegação visam a simplificação, desburocratização e regularização do setor portuário, proporcionando segurança jurídica para que os portos brasileiros sejam cada vez mais eficientes, rentáveis e competitivos, com a geração de investimentos e empregos para o estado em que estão localizados.

Tabela 3

Portos delegados e características da delegação

Porto	Características/ Histórico da delegação
Porto de São Francisco do Sul	Desde a o ano de sua inauguração, em 1955, foi gerido pela autarquia estadual “Administração do Porto de São Francisco do Sul – APSFS”. Em 2014 houve a renovação da delegação por mais 25 anos, a contar de 2011. Em 2017 foi criada a SCPar Porto de São Francisco do Sul S.A, que substituiu a autarquia APSFS na gestão do Porto Organizado.
Porto de Imbituba	Em 1941 foi dada à Companhia Docas de Imbituba a concessão do direito de explorar o Porto de Imbituba. Em 2012 o governo do Estado de Santa Catarina assume a administração do Porto de Imbituba por meio da SCPar Porto de Imbituba.
Porto de Laguna	Desde 1975 o terminal era administrado pela Portobrás, extinta no início da década de 90. Depois disto, sua administração ficou vinculada a Codesp, por meio de um convênio celerado com o Ministério dos Transportes, ao qual a Codesp se subordinava. Em 2019 o Porto passou pelo processo de estadualização, e desde então é administrado pela SCPar.
Porto do Itaqui	A Companhia Docas do Maranhão (Codomar), do Governo Federal, administrou o porto desde a sua inauguração, em 1972. A partir de 2001, o Porto do Itaqui passou a ser gerenciado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP).

Porto de Cabedelo	<p>Inaugurado 1935, foi explorado pelo governo estadual de 1931 a dezembro de 1978, quando a administração portuária foi transferida para a Portobrás. Extinta essa empresa, em 1990, a administração do porto passou para a União. Mediante o Convênio de Descentralização e decreto de 1990, a administração do porto passou a ser exercida pela Codern, pela Administração do Porto de Cabedelo. Em fevereiro de 1998 foi celebrado um novo convênio de delegação entre a União (Ministério dos Transportes) e o Estado da Paraíba, passando o porto a ser administrado pela Companhia Docas da Paraíba - Docas/PB.</p>
Porto do Recife	<p>Em 1918 as operações comerciais tiveram início. Por decretos de 1920, ficou definida a transferência da concessão do porto para o governo estadual, que deu prosseguimento às obras da sua implantação. A concessão foi revista e aprovada por Decreto em 1937, e encampada, posteriormente, em 1978, pela Portobrás, extinta em 1990, passando o Porto do Recife à administração da União até maio de 2001. Em junho 2001, foi firmado Convênio de delegação entre o estado de Pernambuco e a União, passando a administração e exploração do Porto pelo estado de Recife, por intermédio da empresa Porto do Recife S.A.</p>
Porto de São Sebastião	<p>Em 1934, a União concedeu ao Estado de São Paulo, autorização para construir, aparelhar e explorar o Porto de São Sebastião por um período de 60 anos. Em 1963 o porto entra em operação. Em 1987, o Secretário dos Transportes, por meio de ofício, solicitou ao Ministério dos Transportes a prorrogação do prazo de concessão, por mais trinta anos. Houve prorrogação do prazo da concessão do Porto de São Sebastião, outorgada pela União ao Estado de São Paulo, até 2007.</p> <p>Para a continuidade da administração estadual, foi assinado em 2007, um convênio de delegação entre o Governo do Estado de São Paulo e a Secretaria Especial de Portos, do Governo Federal, por prazo de 25 (vinte e cinco) anos, prorrogável por igual prazo.</p>
Porto de Paranaguá	<p>Em 1917, o Governo do Paraná passou a administrar o Porto de Paranaguá, que teve sua inauguração em 1935. Em 1947 foi criada a Autarquia Estadual que levou o nome de Administração do Porto de Paranaguá (A.P.P.). Em 1971, a administração dos dois portos paranaenses foi unificada, criando a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), que realizou convênio de delegação junto ao Governo Federal. Em 2001 foi celebrado novo convênio de delegação com prazo de 25 anos, o qual já foi objeto de prorrogação, tendo duração até 2052.</p>
Porto de Antonina	<p>Em 1964 decreto estadual desapropria as instalações portuárias particulares e dá ao Estado direito e atribuições dos serviços</p>

	<p>portuários de Antonina. Em 1971 teve a sua administração unificada ao Porto de Paranaguá.</p>
<p>Porto de Rio Grande Porto de Porto Alegre Porto de Pelotas</p>	<p>Em 1919, foram encampadas pela União e transferidas ao Estado do Rio Grande do Sul as obras da Barra e do Porto do Rio Grande. Em 1934, a União renovou o contrato de concessão portuária ao Estado do Rio Grande do Sul, pelo prazo de 60 anos, incluindo a manutenção de hidrovias do Estado. Em 1994, expirou o prazo do Contrato de Concessão Portuária ao Estado, que foi prorrogado até 1997 para possibilitar os ajustes impostos pela Lei nº 8.630/93.</p> <p>Em 1997 foi celebrado convênio de delegação entre a União e o Estado do Rio Grande do Sul para administração e exploração dos portos de Porto Alegre, Pelotas e Rio Grande.</p> <p>Em 2021 foi assinado termo aditivo do convênio de delegação, prorrogando o prazo da vigência da delegação por mais 25 anos, até 2047. Em 2022 foi criada a Portos RS, Autoridade Portuária dos Portos do Rio Grande do Sul, responsável por organizar, gerenciar e fiscalizar todo o sistema hidroportuário do estado do Rio Grande do Sul, em substituição a Superintendência do Porto de Rio Grande (Suprg).</p>
<p>Porto de Porto Velho</p>	<p>Em 1973 foi iniciada a construção do Porto Organizado de Porto Velho – RO, pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis – DNPVN. A partir de 1976, a Portobrás, deu continuidade às obras. Em 1986 foi iniciada a construção de um Cais Flutuante. Em 1982, as instalações do Porto se encontravam sob a responsabilidade da Administração do Porto de Manaus, em 1985 foi constituída a Administração do Porto de Porto Velho – APPV, ligada a Portobrás. A APPV ficou ligada a Companhia Docas do Pará – CDP, quando em 1997, por força de Convênio, o Porto foi delegado da União ao Governo do Estado de Rondônia, que passou a ser administrado pela Sociedade de Portos e Hidrovias do Estado de Rondônia – SOPH, Empresa Pública do Governo.</p>
<p>Porto de Manaus</p>	<p>Desde 2014, o porto estava sob a administração da CODOMAR (Companhia Docas do Maranhão).</p> <p>Em 2019 foi assinado o Convênio de Delegação do Porto Organizado de Manaus entre a União e o Estado do Amazonas. Desde então toda a área do Porto de Manaus e da área antiga da Siderama passou a ser administrada e explorada pelo estado do Amazonas.</p>
<p>Porto de Suape</p>	<p>Em 1992 foi celebrado convênio entre a União e o Estado de Pernambuco visando a exploração comercial do Porto de Suape. Em 2022 houve a celebração de convênio com o governo federal,</p>

	retomando o a autonomia ao Porto, que estava em análise desde 2019.
Porto de Itajaí	<p>Em 1934, Porto de Itajaí era subordinado ao Departamento Nacional de Portos e Navegação, que em 1943 recebeu a denominação Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais, transformado em autarquia em 1963 e Portobrás em 1975.</p> <p>O Porto de Itajaí foi considerado porto organizado em 1966, tendo a Junta Administrativa do Porto de Itajaí (Japi) como responsável pela gestão e operação das atividades portuárias.</p> <p>Com a extinção da Portobrás, a administração do porto foi atrelada à Companhia Docas de São Paulo (Codesp) em 1990.</p> <p>Para solucionar os problemas e garantir o crescimento do Porto de Itajaí, a sociedade deflagrou uma luta pela municipalização da gestão administrativa, que resultou, em 1998, na delegação do Porto de Itajaí ao município pelo período de 25 anos, renovável por mais 25. O arrendamento de terminal possibilitou que o porto recebesse investimentos em equipamentos e modernização.</p>
Porto de Santana	<p>Em 1980 foi iniciada a construção do Porto de Santana (antigo Porto de Macapá), tendo sua inauguração em 1982.</p> <p>Em 2002 foi celebrado Convênio de Delegação entre a União e a Prefeitura de Santana, com a interveniência da Companhia Docas do Pará, foi criada a Companhia Docas de Santana, empresa pública de direito privado para exercer a função de Autoridade Portuária.</p>
Porto do Forno	<p>A Companhia Municipal de Administração Portuária – COMAP é responsável pela administração do Porto do Forno, mediante convênio de delegação 01/01/99 com a União;</p> <p>O Porto do Forno é importante no escoamento da produção de sal da Região dos Lagos, além de servir de base para navios envolvidos na exploração de petróleo das bacias de Campos e de Santos.</p>

Assim, apesar de não serem reconhecidos os fatores que levaram a delegação de certos portos públicos, esse estudo tem como objetivo analisar se há diferença de eficiência, operacional e financeira, em razão dos distintos administradores (União, Estados e municípios).

Em relação à delegação, a Antaq possui, dentre as suas atribuições, de maneira bem definida, a emissão de autorização e qualquer transferência de titularidade da outorga de autorização, concessão ou permissão dos setores portuários dentro do território nacional. Também cabe à Agência a competência de fiscalização das atividades desenvolvidas pelas administrações de portos organizados e dos portos objeto de convênios de delegação, dito isso,

a Antaq presta à Secretaria Nacional de Portos todo apoio necessário à celebração dos convênios de delegação (Sousa et al., 2022).

Sousa et al. (2022) destacam alguns pontos da legislação que abordam sobre a necessidade de constituição de entidade de administração indireta. De acordo com os autores, poderá haver a delegação da exploração dos portos que estejam subordinados a empresas federais; sejam instalações portuárias rudimentares; ou já estejam delegados ou concedidos a Estados e Municípios.

De acordo com o Decreto nº 2.184/1997, que regulamenta o art. 2º da Lei nº 9.277, de 10 de maio de 1996, que autoriza a União a delegar aos Municípios ou Estados da Federação a exploração dos portos federais, o convênio de delegação deverá ter, entre outras, as seguintes obrigações a serem assumidas pelo delegatário: dar prosseguimento à política de privatização da operação portuária e de arrendamento de áreas e instalações fixadas pelo Governo Federal; promover melhoramentos e a modernização do porto; cumprir metas de aperfeiçoamento do desempenho operacional e de redução de custos; responsabilizar-se pela conservação dos bens do porto constantes de inventário realizado pelo delegante; prazos e condições que comprovem o desempenho de atividade de autoridade portuária, podendo constituir autarquia, estadual ou municipal, específica para essa finalidade.

Gagno (2022) ressalta que a compreensão moderna de gestão portuária deve considerar não apenas o porto, mas a conjuntura de toda a comunidade portuária, ou seja, o conjunto de elementos que realizam atividades de forma direta ou indireta. Acrescenta que gestão eficaz é um fator importante para a competitividade do porto e o desenvolvimento do mercado e região em que o mesmo está inserido.

Legislação recente, de 2016, sob o número 13.303 estabeleceu alguns requisitos para escolha do conselho de administração e da diretoria dos Portos, entre eles: experiência profissional na área de atuação da empresa pública ou da sociedade de economia mista ou em área conexa àquela para a qual forem indicados em função de direção superior ou ter ocupado cargo de direção ou de chefia superior em empresa de porte ou objeto social semelhante ao da empresa pública ou da sociedade de economia mista; ter formação acadêmica compatível com o cargo para o qual foi indicado; ser cidadão de reputação ilibada e ter notório conhecimento. Essa Lei, corrobora a importância da escolha dos gestores no setor portuário.

2.4 Concessão Pública, Concessão de portos

A concessão dos terminais portuários ainda é um assunto recente, tal fato pode ser confirmado ao se notar que no documento compilado pela FGV, resultado do encontro

comemorativo dos 20 Anos da Lei de Concessão (Lei nº 8.987/1995) (Fundação Getúlio Vargas, 2017), não há nenhum artigo que aborde especificamente o tema. Somente no artigo de Ribeiro, há menção acerca das licitações portuárias. Nesse artigo, o autor elenca 15 pontos do pacote de infraestrutura do governo que deveriam ser corrigidos, sendo o último ponto referente ao setor portuário. Para o autor, as licitações portuárias deveriam ser realizadas segundo o critério tradicional, de maior pagamento pelos arrendamentos, com metas de movimentação de cargas previstas na minuta do contrato de concessão. Dessa forma, promove-se a competição intra e interportos e evita-se o abuso de poder econômico dos arrendatários. Rocha & Campos (2015) afirmam que são raros os trabalhos acadêmicos que abordem o tema da concessão dos portos marítimos brasileiros. Para esses autores, o modelo de regulação econômica deve ser feito de maneira a propiciar a criação de valor pela concessão, de modo a suscitar o interesse das empresas. Além disso, os autores afirmam que um modelo de regulação de qualidade deve definir de forma clara objetivos de desempenho para monitoramento, como: confiabilidade, rapidez, custo e confiabilidade ambiental; bem como métricas de avaliação de cada objetivo.

A concessão dos portos brasileiros tende a provocar mudanças e conseqüente melhorias na estrutura organizacional e funcional dos portos, sendo um dos motivos que se torna essencial o acompanhamento estatal durante todo esse processo (Brooks, 2007, como citado em Rocha & Campos, 2015). Cumpre ressaltar que a opção pela concessão deve ser precedida por estudos de modo a atender as expectativas dos diversos usuários do porto, desde os operadores portuários até a futura autoridade portuária privada. Essa atuação deve ser realizada, essencialmente, pela Antaq que estará presente durante todo o processo de concessão (Rocha & Campos, 2015).

Outro ponto que pesa favoravelmente à concessão dos portos é o déficit da infraestrutura portuária brasileira, que, em 2013, estava estimado em US\$ 18,1 bilhões (Villela, 2013, como citado em Rocha & Campos, 2015). Para Souza, Rocha & Souza (2018), para que haja um aumento da competitividade dos produtos brasileiros nos mercados internacionais, há necessidade de mudanças nas áreas portuárias brasileiras, principalmente no que compete a modernização dos terminais de contêineres, integração das modalidades de transportes, zonas industriais de processamento e centros de distribuição. Os autores acrescentam que a modernização da indústria portuária requer portos de águas profundas, com altos índices de eficiência de custos, além de boa infraestrutura de acesso terrestre e marítimo.

Atualmente o Brasil possui 35 Portos Públicos marítimos organizados, sendo 15 administrados pela União, por meio das Companhias Docas, 18 delegados a municípios,

estados ou consórcios públicos e 2 sob concessão (Sistema Portuário Nacional, 2023), que ocorreu em 2022.

Segundo Uderman *et al.* (2012), os portos brasileiros precisam ser recuperados e expandidos, o que passa, pela organização das estruturas institucionais e operacionais, de maneira suficiente a permitir investimentos que alcancem a prestação de serviços e instalações, principalmente de capital privado. Quando o sistema portuário é ineficiente e caro, acaba por encarecer uma série de outros setores produtivos, o que não favorece a atividade econômica, tampouco novos investimentos.

Para Rocha & Campos (2015), uma das maneiras de tornar as concessões dos portos mais atrativa seria o incentivo à cabotagem, como uma alternativa ao transporte rodoviário. Os altos custos dos pedágios, estado precário das estradas e possibilidade de roubo são fatores que pesam contra a modalidade ferroviária, além disso, com a constante alta no preço dos combustíveis os fretes têm tido reajustes frequentes o que acaba por afetar a rentabilidade dos comerciantes e/ou os custos das mercadorias. Para utilização da cabotagem de produtos manufaturados são requeridos terminais de contêineres, integração com outros meios de transporte, centros de distribuição, além de infraestrutura adequada de acesso terrestre e marítimo. Apesar de parecer natural a utilização da navegação por cabotagem, tanto por questões históricas quanto pela concentração de atividade econômica no litoral e pela grande extensão da costa brasileira, não é isso que ocorre. A navegação de cabotagem é utilizada em apenas 11% da carga transportada no país, sendo o petróleo responsável por 75% e a bauxita por 9,9% das mercadorias transportadas por esse meio. A favor desse transporte estão o fato de ser mais competitivo, menos poluente e ter o menor número de acidentes (BNDES, 2018).

De acordo com Carvalho (2023), o transporte por cabotagem é propício, em razão das suas próprias características, para cargas volumosas, para distâncias longas e com origem e destino próximos ao litoral. Nesse contexto, o valor de frete é inferior aos cobrados nos transportes rodoviários e ferroviários, além de ser menos poluente. No entanto, há alguns pontos que precisam melhorar como infraestrutura, custo elevado do combustível de navegação, das tarifas portuárias, das atividades de praticagem e da mão de obra.

Após passar por discussão no Congresso Nacional, o projeto de Lei que institui o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar), e visa ampliar este tipo de transporte no país, além de estimular a indústria naval de cabotagem como outros setores correlatos, foi sancionado pela Lei nº 14.301/2022 (Senado Federal, 2021; BR Do Mar: Sancionada Lei Que Institui Programa de Incentivo à Cabotagem No Brasil, 2022). Dentre outros objetivos, a lei pretende aumentar para 30% o total da carga do país que utiliza esse

meio de transporte, com isso o número de contêineres transportados deve ser de 2 milhões de TEUs (atualmente é de 1,2 milhão). Iniciativas como essa buscam impulsionar o desenvolvimento do setor.

Ademais, a utilização dos portos é essencial para as importações e exportações brasileiras, que utilizam, fundamentalmente, o transporte portuário. Uderman *et al.* (2012) enfatizam a importância de se ter um sistema portuário eficiente e moderno, que atue de maneira diligente e econômica, sendo capaz de gerar um crescimento de emprego, renda e recursos.

São diversos os estudos que buscam avaliar os impactos da privatização na eficiência dos portos, bem como a melhora do desempenho com o início das atividades de entidades privadas. Tais trabalhos abrangem a análise do desempenho dos portos em razão da mudança de propriedade e maior atuação do setor privado. O principal objetivo da privatização portuária é melhorar a eficiência por meio da inclusão de práticas de gestão (Moschovou & Kapetanakis, 2023).

Em seu trabalho, Gagno (2022) ressalta que em geral, os programas de reestruturação da gestão e operação portuária no mundo têm se limitado principalmente à privatização dos serviços portuários, à desregulamentação das práticas dos trabalhadores portuários e à reorganização da estrutura da gestão administrativa das instalações portuárias. A autora acrescenta que grande parte das reformas portuárias tem como objetivos principais: eficiência nas operações; ganhos econômicos por meio da competição; minimização da burocracia; redução da necessidade de investimentos públicos; melhor resposta às pressões do mercado; melhoria da qualidade da gestão; e coordenação da mão de obra.

Segundo Tongzon & Heng (2005), o aumento da participação da iniciativa privada na propriedade portuária e nas operações dos terminais portuários de contêineres pode auxiliar as autoridades portuárias a melhorarem a eficiência operacional, nesse contexto, há espaço para a privatização dos portos, o que vem acontecendo na indústria portuária.

Estudos que tratam da estrutura de propriedade portuária e a eficiência da operação portuária não apresentaram uma relação clara ou até mesmo negativa, entre o tipo de propriedade e eficiência portuária (Tongzon & Heng, 2005).

De acordo com Baird (2000 como citado em Tongzon & Heng, 2005), a privatização total dos portos não garante um aumento de eficiência, já que os investimentos do setor portuário requerem elevado custo de capital e retorno a longo prazo. Assim, o autor sugere que haja investimento da iniciativa privada no setor portuário, porém os investimentos não devem ser exclusivamente da iniciativa privada no que concerne à infraestrutura e superestruturas

portuárias, bem como instalações e equipamentos operacionais. Para o Autor, a relação entre extensão da intervenção do setor privado no setor privado e a eficiência da operação portuária, tem a forma de U invertido. Assim, até certo ponto a intervenção privada aumenta a eficiência portuária, porém, há um momento em que a continuidade da intervenção traz reflexos negativos na eficiência (Tongzon & Heng, 2005).

Diversos estudos analisados por Tongzon & Heng (2005) apresentaram uma relação positiva entre o tamanho do porto e a eficiência portuária, no entanto, tal relação não foi encontrada em todos os trabalhos analisados. De acordo com a literatura estudada por esses autores, há oito determinantes principais da competitividade dos portos: nível de eficiência de operação do terminal; taxas de movimentação de carga portuária; confiabilidade; preferências de seleção de portos de transportadores e expedidores; profundidade do canal de navegação; adaptabilidade as mudanças do ambiente de mercado; acessibilidade terrestre, diferenciação de serviços.

Ademais, o estudo realizado por Tongzon & Heng (2005) apresenta como resultado dos portos mais eficientes uma estrutura de administração dos portos híbrida, cabendo às autoridades portuárias as funções reguladoras e à iniciativa privada as atividades de financiamento, operação e gestão. Além disso, ser eficiente em suas operações é essencial para que o porto tenha vantagem competitiva, ademais, a adaptabilidade à demanda dos clientes é outro fator importante para a competitividade portuária devendo ser uma questão prioritária para as autoridades portuárias.

No Reino Unido, a privatização e desregulamentação portuária foram iniciadas na década de 1980, tendo sido implementadas em outros países e regiões, Cullinane & Song (2002, como citado em Liu; 2010). Assim, a privatização e eficiência dos portos começaram a ser tema de diversos trabalhos acadêmicos (Liu, 2010). O estudo de Nguyen et al. (2016) procurou mensurar a eficiência de portos vietnamitas ao constatar que esses portos apresentam maiores custos quando comparado com alguns portos chineses e o de Hong Kong.

Segundo Moschovou & Kapetanakis (2023), diversos trabalhos analisaram os impactos econômicos que as atividades dos portos de contêineres são capazes de provocar nas regiões portuárias, esses estudos demonstram uma relação direta entre as atividades portuárias e o PIB da região, assim, um aumento das atividades portuárias gera um aumento do PIB daquela localidade, além de vantagem competitiva para a cidade/país sede.

2.5 Eficiência

O conceito de eficiência pode ser compreendido como a relação entre os resultados alcançados por uma organização em razão dos insumos utilizados. Assim, uma entidade eficiente é aquela capaz de produzir o máximo de produtos possíveis, dados os seus insumos, ou é aquela que produz um certo nível de produtos com a quantidade mínima de insumos. Dito isso, o processo de mensuração da eficiência pode ser dividido em três fases. A primeira consiste na definição e medição das informações de entrada e saída. A segunda, é caracterizada pela determinação da viabilidade, ou seja, é a definição dos resultados que poderiam ser obtidos dado qualquer conjunto de insumos. Por último, os dados de entrada e saída de organização são comparados com um conjunto de entradas e saídas viáveis. Em relação à última fase, as reflexões acerca da possibilidade de encontrar resultados superiores dados os mesmos insumos e alcançar os mesmos resultados com menos insumos são pertinentes e devem ser realizadas (Crawford, Kelmm & Simpson, 2003).

Segundo Mello, Meza, Gomes & Biondi Neto (2005), eficiência é um conceito relativo e compara o que foi produzido, de acordo com os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com esses mesmos recursos. Assim, é um conceito relativo porque busca-se comparar o desempenho de cada unidade produtiva com a melhor prática, de modo que uma unidade é dita como eficiente quando maximiza a produção ou minimiza os insumos. Há diversos métodos que podem ser utilizados para calcular a eficiência, dentre eles, a Análise Envoltória de Dados, que não apresenta nenhuma suposição funcional e considera que o máximo que poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas.

Diante do conceito de eficiência, é possível aplicá-lo a variados seguimentos e situações, incluindo a prestação de serviços públicos. Há na literatura, diversos estudos sobre portos, que analisam essencialmente a eficiência técnica deles, também denominada de eficiência operacional, eficiência portuária ou somente eficiência. Normalmente são utilizados dados da infraestrutura portuária como dados de entrada (*inputs*) e de movimentação de carga como dados de saída (*outputs*).

De maneira análoga, é possível calcular a eficiência financeira dos portos, a partir de dados obtidos da demonstração do resultado do exercício. Normalmente, os estudos apresentam apenas a eficiência operacional dos portos. O cálculo da eficiência financeira busca compreender melhor o funcionamento do setor bem como possibilitar a comparação dos diferentes portos.

A elevada eficiência portuária propicia vantagem competitiva tanto ao porto como para as empresas que utilizam seus recursos. Há estudos que abordam a relevância dos portos tanto por sua atividade quanto seu impacto na economia de onde estão localizados (Moschovou & Kapetanakis, 2023).

A produtividade e eficiência portuária podem ser mensuradas de diversas maneiras, as mais utilizadas incluem a abordagem de métodos tradicionais de estimativa de regressão, índice numérico, mínimos quadrados originais corrigidos, teoria dos números índices, análise envoltória de dados (*data envelopment analysis* – DEA), e análise de fronteira estocástica (*stochastic frontier analysis* -SFA) (Liu, 2010; Cullinane & Song, 2006, Nguyen *et al.*, 2016)). Sendo as duas últimas as mais utilizadas em trabalhos acadêmicos (Cullinane & Wang, 2006), gerando resultados diferentes. Essas divergências podem ser explicadas, em boa parte, em razão da análise de fronteira estocástica ser um método paramétrico e a DEA não paramétrico (Nguyen *et al.*, 2016).

Métodos não-paramétricos realizam diversas análises, de forma relativamente simples, por prescindirem transformar os dados em indicador-padrão, o que ocorre nos métodos paramétricos (Sousa et al, 2013).

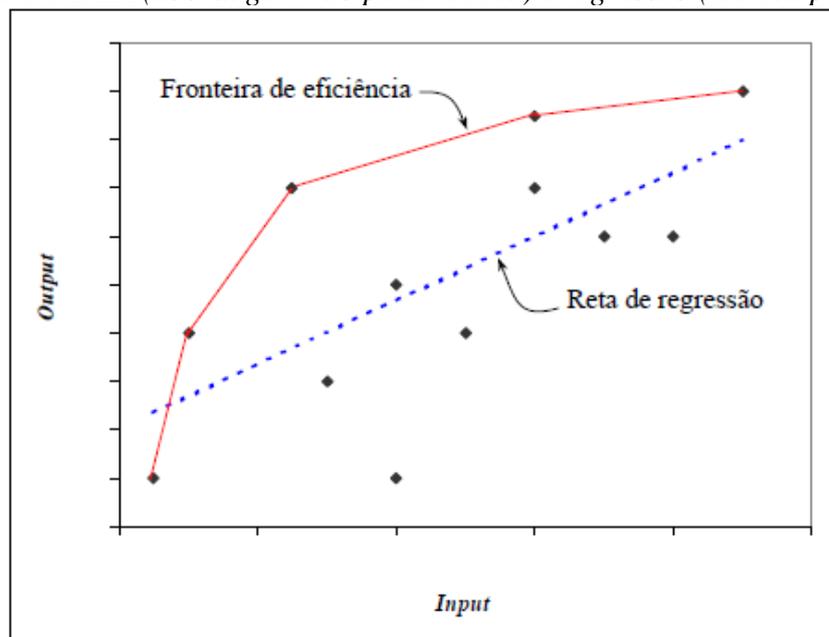
Na Figura 1 está representada a comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão (técnica paramétrica) elaborada por Mello et al. (2005). De acordo com esses autores, as aproximações paramétricas otimizam um plano de regressão a partir das observações, enquanto DEA otimiza cada observação individual com o intuito de calcular uma fronteira de eficiência, determinada pelas unidades que são Pareto eficientes. Deve-se observar que uma unidade é Pareto eficiente se, e somente se, ela não consegue melhorar alguma de suas características sem piorar as demais.

Falcão & Correia (2012), relataram as principais metodologias para avaliação da eficiência portuária, Análise da Fronteira Estocástica e Análise Envoltória de Dados. De acordo com os autores, a fronteira estocástica apresentou como principal vantagem o fato de comparar os resultados dos portos analisados com parâmetros técnicos ou normalizados, porém, só consegue analisar um produto por vez. A análise envoltória de dados tem como vantagem a possibilidade de analisar múltiplos produtos, porém, com um número reduzido de dados amostrais a fim de não causar distorções nos resultados.

Ao avaliar outros estudos, Nguyen *et al.* (2016), verificaram que o método DEA foi mais utilizado do que o SFA, e acreditam que tal fato pode ser justificado pela maior flexibilidade e aplicabilidade do método DEA, além da maior disponibilidade e usabilidade de softwares que utilizam DEA.

Figura 1

Comparação entre DEA (abordagem não paramétrica) e regressão (técnica paramétrica)



Mello et al. (2005)

2.6 Análise Envoltória de Dados - DEA

A análise envoltória de dados consiste em uma programação matemática para estimar a eficiência produtiva, em que uma fronteira de produção é mapeada a partir de informações de entradas e saídas. O grau de eficiência ou ineficiência é calculado pela distância entre o dado e a fronteira, valores iguais à fronteira pertencem às unidades eficientes, e as unidades que obtêm valores inferiores, são ineficientes (Fontes e Mello, 2006; Liu, 2010). O ponto forte dessa abordagem é que nenhuma suposição funcional a priori é utilizada no processo de produção. Por outro lado, a metodologia é muito sensível a valores discrepantes e não é precisa em relação aos erros de medição e outros ruídos estatísticos, assim, não é possível avaliar a significância estatística de uma observação específica (Liu, 2010). No entanto, como é possível verificar em outros trabalhos que abordam a análise DEA, já existem métodos DEA semi-paramétricos os quais incorporam a inferência estatística, denominados de DEA *bootstrap* (Simar & Wilson, 2011).

O DEA enquanto ferramenta, permite a análise do desempenho relativo de unidades denominadas de DMU (*Decision Making Units*), que utiliza os mesmos tipos de insumos para produzir os mesmos bens e/ou serviços. Os produtos e insumos podem ser variáveis contínuas, ordinais ou categóricas, podendo ser medidas em diferentes unidades (reais, metros quadrados, tempo médio de formação etc.) (Peña, 2008).

Por ter como base a comparação, seus resultados são relativos. Em relação a eficiência, busca-se uma combinação ótima de insumos e produtos, com o mínimo possível, de modo a obter os máximos resultados. De acordo com a teoria, a produção apresenta retornos constantes de escala (Moschovou & Kapetanakis, 2023). Dessa forma, pode-se entender a análise envoltória de dados como uma técnica de eficiência relativa que compara unidades produtivas que se assemelham em relação à execução de tarefas e objetivos, e utilizam diversos produtos e obtêm diversos insumos (Charnes et al., 1994, como citado em Silva et al., 2011).

Assim, o método DEA pode ser definido como um método não paramétrico utilizado para mensurar a eficiência, ao comparar uma unidade de tomada de decisão com outras unidades uniformizadas (Moschovou & Kapetanakis, 2023).

Inicialmente, o modelo proposto por Charnes, Cooper e Rodhers, em 1978, foi desenvolvido para análise com retornos constantes de escala, denominado de CCR. Em 1984, Banker, Charnes e Cooper estenderam o modelo para incluir retornos variáveis de escala, chamado de BCC. Dessa forma, os modelos básicos de DEA são conhecidos como CCR e BCC e cada um desses modelos pode ser desenhado sob duas formas de maximizar a eficiência: reduzir o consumo de insumos, mantendo o nível de produção, quer dizer, orientado para o insumo; ou aumentar a produção, dados os níveis de insumo, ou seja, orientado para o produto (Peña, 2008).

O modelo DEA pode ser orientado para entrada (insumos) ou saída. Quando a orientação é para entrada, verifica-se o uso eficaz dos insumos, assim, analisa-se como pode haver redução nos insumos, de modo a manter o mesmo nível de produção. Quando é orientado para saída, foca-se no aumento potencial do produto, tendo o mesmo nível de entrada. Cada um dos modelos tem suas particularidades, e vantagens e desvantagens, quando orientado para as entradas, foca-se questões gerenciais, quando orientado para resultados relaciona-se com planejamento e estratégias macroeconômicas (Güner, 2015).

O modelo CCR com orientação tanto para os produtos quanto para os insumos pressupõe que as unidades avaliadas operam com retornos constantes de escalas. No entanto, quando se tem situações de competência imperfeita, principalmente no setor público, há organizações que operam com retornos crescentes e decrescentes de escala. Assim, a análise pode ser melhorada com o modelo BCC, que considera retornos variáveis de escala. O modelo BCC com retornos variáveis de escala forma uma fronteira convexa eficiente com as melhores unidades, independentemente da escala de operação, de modo a “envelopar” as unidades ineficientes para cada escala de produção (Peña, 2008).

Santiago et al. (2023) ressaltam as características dos modelos voltados para os resultados e para os insumos. Quando orientados para os resultados, dado um nível de insumos, buscam o máximo incremento proporcional dos outputs permanecendo na fronteira de possibilidades de produção. Nesse sentido, uma entidade pode ser denominada eficiente se for possível incrementar qualquer output sem incrementar nenhum insumo e sem diminuir nenhum outro output. Já os modelos orientados para os insumos, baseiam-se na redução máxima proporcional do vetor dos insumos desde que permaneça na fronteira de produção. Uma entidade é dita como não eficiente caso seja possível reduzir qualquer entrada sem alterar as saídas.

A utilização do método DEA permite estudos com retornos variáveis de escala e retornos constantes de escala. Ao se considerar retornos variáveis de escala, entende-se que diferenças de escala podem influenciar a eficiência global do DMU (Güner, 2015).

2.6.1 Análise Envoltória de Dados – Portos

Güner (2015) enfatiza em seu trabalho que o primeiro estudo que utilizou DEA para cálculo de eficiência portuária foi em 1993, desde então, diversos pesquisadores utilizaram esse método em seus estudos para a análise da eficiência dos portos. Além disso, como resultado de suas pesquisas, o autor destaca a análise envoltória de dados como a técnica mais utilizada para mensurar a eficiência portuária, visto que permite identificar as eficiências ou ineficiências das diferentes DMUs.

Em termos de trabalhos nacionais, assim como internacionais, percebeu-se a tendência em utilizar o método de análise envoltória de dados DEA, para avaliar a eficiência portuária, provavelmente pela facilidade em obter dados e por ter como característica a possibilidade de analisar produtos e insumos múltiplos (Falcão & Correia, 2012).

Segundo Santiago, Orive, Roper, Roper, Cancelas & Cabrero (2023), a maior vantagem do método DEA é a flexibilidade, uma vez que impõe condições menos restritivas sobre a tecnologia de referência (forma de função de produção), e também por se adaptar a contexto multiprodutos, inclusive na ausência de preços, com relativo sentido. Outra vantagem é que o DEA permite relacionar todos os inputs com outputs, permitindo identificar quais entradas estão sendo subutilizadas.

Diversos estudos procuram encontrar uma relação entre estrutura portuária e eficiência, mas não há uma relação clara entre esses dois aspectos. Esse fato pode ser explicado pelos portos ou terminais estudados, que possuem localização específica e, portanto, a estrutura portuária apresenta efeitos diferentes em países e regiões distintas; e há outras variáveis não

observadas nos modelos estudados que afetam a eficiência e geram conclusões inconsistentes (Liu, 2010).

Os dados mais comumente utilizados na literatura são dados transversais e dados em painel. Dados transversais apresentam dados de múltiplos portos ou terminais portuários em um mesmo momento, permitindo que os pesquisadores avaliem e comparem a eficiência de diferentes portos/terminais além da estrutura do setor. Assim, diferentes características e seus impactos na produtividade e eficiência portuária podem ser compreendidos por meio da análise de dados transversais. Já os dados em painel, apresentam dados de vários portos/terminais portuários referentes a vários períodos, permitindo análises que são realizadas com dados transversais e estudos das mudanças da eficiência. O impacto de uma ação de regulação e mudanças de gestão podem ser avaliados quando se utiliza dados em painel (Liu, 2010). Assim, dados em painel podem ser utilizados para avaliar eficiência antes e depois da privatização, por exemplo. Em sua pesquisa, Liu (2010), conclui que a maioria dos trabalhos encontra uma relação positiva entre privatização e eficiência portuária.

Em sua tese, Liu (2010), apresenta dois grupos de variáveis de entrada que são normalmente utilizados nos estudos: variáveis de trabalho e capital; e variáveis de infraestrutura e maquinário, como comprimento do cais do terminal, área do terminal portuário, quantidade de equipamento de manuseio de carga, capacidade de armazenamento. A autora salienta que há fatores exógenos que podem afetar a eficiência portuária como condições legislativas e características da malha de transportes.

Há dois tipos de funções amplamente empregados em relação às variáveis informadas, função de produção e função de custos. As funções de produção são utilizadas quando há mensuração física, e tem por finalidade maximizar os resultados. As funções de custos são empregadas ao se usar variáveis com valores monetários, tendo como objetivo minimizar os custos e maximizar os resultados (Liu, 2010).

O método DEA permite uma função de produção com múltiplas entradas e saídas, nesse método, a eficiência do porto é mensurada por meio da comparação da produção real com a fronteira que engloba todos os portos do estudo (Nguyen *et al.*, 2016).

As principais críticas em relação ao método DEA são referentes a sensibilidade do número de variáveis da amostra, e a sua incapacidade de ponderar a natureza aleatória das variáveis. Esses pontos negativos podem ser justificados pelo fato que a eficiência da DEA depende da fronteira por partes; os resultados refletem a amostragem dos dados; a pontuação de eficiência é obtida por um item eficiente contido na amostra, e não de toda a população. Assim, as pontuações de eficiência tendem a ser superestimadas (Nguyen *et al.*, 2016).

Moschovou & Kapetanakis (2023) citam alguns estudos que abordam o valor mínimo da amostra a ser utilizada em estudos que utilizam DEA. Os autores mencionam que uma linha de pesquisa que defende um grande número de DMUs na amostra de modo a obter de forma mais fidedigna a fronteira eficiente. Outros estudiosos ponderam tal fato, uma vez que uma amostra grande abarca unidades com características e desempenho distintos, afetando a “homogeneidade” da amostra, gerando impactos exógenos nos dados. Os autores acrescentam que o método DEA permite a comparação de portos que possuam parâmetros homogêneos, pelo cálculo do seu desempenho (eficiência), que utiliza informações de insumo (*inputs*) e dados de saída (*outputs*).

2.7 Revisão de Estudos Aplicados

O estudo das concessões brasileiras, principalmente em relação ao setor de infraestrutura tem procurado avaliar, compreender e contribuir para a melhoria dos serviços prestados bem como auxiliar o entendimento e melhoria dos projetos de concessão. Há diversos trabalhos nesse sentido, como será exemplificado a seguir.

Em seu trabalho, Castro, Cunha, Bertussi & Andrade (2019) analisaram a efetividade das concessões dos aeroportos no Brasil. Os autores compararam aeroportos já concedidos com outros que estavam sob controle estatal (grupo de controle), foi realizada a comparação do montante de investimento realizado em cada grupo. Os investimentos nos aeroportos concedidos foram 10,6 vezes maiores que os dos aeroportos sob gestão pública. Ao comparar os valores investidos pela movimentação de passageiros nos aeroportos, o valor encontrado por passageiro, nos aeroportos concedidos, foi de R\$ 25,30 e o dos aeroportos estatais foi de R\$ 5,90. Segundo avaliação dos autores, ao analisar a ordem em que os aeroportos foram concedidos, as primeiras concessões foram realizadas nos aeroportos de maior viabilidade econômica, e não maior deficiência técnica. O estudo também avaliou a qualidade dos serviços pela perspectiva dos usuários, os aeroportos que foram objeto de concessão apresentaram uma melhora na avaliação dos usuários, de cerca de 10,7% na média (3,65 para 4,04) enquanto os aeroportos sob controle estatal obtiveram uma redução de 1,8% na média de sua nota (3,96 para 3,89). Assim, percebe-se que houve uma inversão no ranking, na qual os aeroportos concedidos apresentaram uma melhora suficiente para ultrapassar a nota dos aeroportos sem concessão.

Os autores ainda afirmam que o grupo de medidas impostas em contrato aos concessionários têm-se mostrado eficazes, e refletem no atingimento dos objetivos finais de

concessão bem como em uma melhor avaliação da qualidade dos serviços oferecidos segundo avaliação dos próprios usuários (Castro et al., 2019).

Salgado (2017), buscou avaliar a eficiência dos serviços públicos executados em rodovias federais concedidas, para isso, comparou o nível de eficiência de diversas empresas concessionárias, por etapa de contratação. De acordo com o autor, as melhorias resultantes da administração privada, aliada às dificuldades de gestão do setor público e escassez de recursos têm contribuído para que haja a transferência desses serviços para o setor privado. Aliado a isso, os investimentos podem ser realizados sem causar impacto direto nas contas governamentais.

Tendo esse cenário como referência, esse trabalho busca avaliar mais um modal importante na matriz brasileira e ainda pouco estudado, qual seja, o portuário. Nesse sentido, serão pesquisadas as eficiências dos terminais portuários brasileiros públicos bem como as dos portos que estavam sob a gestão da Companhia Docas do Espírito Santo - Codesa, os quais foram objeto de concessão em 2022.

2.7.1 Revisão de estudos aplicados - portos

Há vários estudos disponíveis na literatura que abordam o tema de eficiência dos portos. Os estudos são distintos ao avaliarem portos diversos, utilizarem dados de entrada e saída próprios, e empregarem diferentes métodos para encontrar a eficiência.

Segundo Ducruet, Itoh & Merk (2014), há diversas maneiras de se mensurar a eficiência e o desempenho dos portos, e o fator tempo tem sido preterido, especialmente em estudos internacionais que tratam sobre comparação de portos. Os autores alegam que se houvesse um mapa da eficiência do tempo, auxiliaria na compreensão das operações dos portos e da localização deles. Além disso, questionam se há semelhanças funcionais e/ou regionais quando se estuda os níveis de eficiência individuais dos portos. Assim, realizaram um trabalho acerca da visão geral da eficiência de tempo dos portos mundiais de contêineres em 1996, 2006 e 2011, avaliando possíveis variáveis que funcionam como determinantes da eficiência de tempo como: volume de tráfego e tamanho dos navios.

Em seu trabalho, Güner (2015), avalia quatro dimensões (infraestrutura, superestrutura, operacional e financeira) as quais são descritas a seguir. A infraestrutura consiste na análise da utilização do solo e mensuração de uso eficiente ou não da área do terminal, inclui área portuária, comprimento do terminal, comprimento do cais, número de berços. O desempenho da superestrutura avalia o uso dos equipamentos dos terminais, e na sua análise são considerados número de guindastes, de rebocadores, de empilhadeiras. A eficiência

operacional mensura a capacidade do porto em gerar resultados (movimentação de carga, volume de negócios) em razão dos insumos operacionais, como mão de obra, tempo de atraso, uniformidade de carga. Por fim, a eficiência financeira reflete a utilização do capital; no seu cálculo podem ser utilizados valores dos insumos fiscais, despesas totais, despesas trabalhistas, depreciação, valor contábil líquido de infraestrutura e superestrutura. Em seu trabalho, o autor pôde verificar que a segregação das variáveis em diversos modelos (perspectivas) proporciona uma avaliação mais exaustiva do desempenho dos portos marítimos, permitindo a investigação e comparação de diferentes aspectos do desempenho de gestão dos portos, além de indicar pontos fortes e fracos e de auxiliar a identificação de áreas potenciais e primárias para melhoria.

De acordo com De Langen et. al. (2007, como citado em Ducruet, Itoh & Merk, 2014), as variáveis mais acessíveis a nível internacional são dimensão da infraestrutura portuária e volume de tráfego. Os indicadores operacionais e a transferência de carga não são muito utilizados na literatura acadêmica. Os autores acrescentam que os volumes de movimentação portuária podem ser utilizados para mensurações diversas como: divididos pelo comprimento do cais para obter a produtividade; dividido pela movimentação total de uma determinada faixa portuária para calcular a participação de mercado.

Ducruet, Itoh & Merk (2014) citam diversas variáveis que podem ser utilizadas para obtenção de indicadores de portos, como: dimensão portuária, que engloba o comprimento ou superfície total do porto, abrangendo bacias, terminais, armazéns, rampas, instalações da autoridade portuária; profundidade do canal de navegação; quantidade de contêineres refrigerados; quantidade de guindastes. Os autores relatam que indicadores econômicos também são utilizados em diversos trabalhos, além de outras abordagens, como aspectos de *Supply Chain Management*, indicadores ambientais, e análises da perspectiva de custos. Nguyen et al. (2016) citam a movimentação de carga como a variável de saída mais utilizada nos estudos de eficiência portuária e comprimento do cais, área dos terminais, capacidade dos armazéns, e equipamentos de movimentação de carga como as variáveis de entrada. Ademais, os autores citam que em razão da dificuldade de se obter valores referentes ao trabalho, o equipamento de movimentação de carga muitas vezes é utilizado para mensurar a força de trabalho.

Em seu estudo, Ducruet, Itoh & Merk (2014) ponderam que apesar de cada porto trabalhar de modo a atender suas expectativas, é possível encontrar inter-relações entre o tamanho geral da movimentação do porto e o seu nível de eficiência de tempo. Em relação ao tempo, há a influência de diversos fatores como: o tamanho das embarcações; os custos

unitários para abastecimento; funções de transbordo; a ordem do porto na sequência de escala do transporte marítimo regular.

De forma resumida, seguem os extratos de alguns trabalhos.

Millan, Pino & Alvarez (2000) realizaram um estudo sobre a eficiência econômica de 27 portos espanhóis de propriedade pública de 1985 a 1989 (dados em painel) por meio de uma função estocástica que utiliza, como principais variáveis, o custo total (formado pelos custos com pessoal, amortizações e consumo intermediário), e a produção do porto (total de mercadorias movimentadas, passageiros embarcados, e o número de veículos com passageiros). Os autores apontam que os portos relativamente maiores são mais ineficientes economicamente, há economia de escala nos portos analisados e não foi verificado desenvolvimento tecnológico no período analisado.

Tongzon, J. (2001) realizou um estudo com 16 portos, sendo 4 australianos e os demais da Ásia e Europa com o intuito de comparar a eficiência portuária utilizando a metodologia DEA, os dados foram obtidos por fontes primárias e secundárias do ano de 1996. Foram utilizadas 2 variáveis de saída (contêiner movimentado (TEU) e taxa do trabalho do navio (número de contêineres movimentados por hora de trabalho) e 6 variáveis de entrada (número de guindastes, número de berços de contêineres, número de rebocadores, área do terminal, tempo de atraso e número de trabalhadores do porto). A metodologia trouxe resultados úteis, trazendo 4 portos como ineficientes, com simulação com 2 e 1 variável de saída. O Autor ressalta que nem todos os dados de input foram fornecidos, o que pode interferir nos resultados obtidos e indicar que são pontos que devem ser melhor cuidados pelos gestores.

Cullinane, Song, Ji & Wang (2004) realizaram um estudo utilizando o método DEA-CCR e BCC em janela de 25 portos de contêineres, com dados de 1992 a 1999. Foram utilizadas 5 variáveis de entrada, correspondentes a infraestrutura portuária e uma variável de saída, quantidade de TEUs movimentados. Os estudiosos concluíram que pode haver uma flutuação de eficiência dos portos ao longo do tempo em diferentes extensões, ademais, foram encontradas ineficiências em alguns portos em algum período estudado.

O estudo de Tongzon & Heng (2005) procurou medir a eficiência portuária ao relacionar a estrutura da propriedade portuária e a eficiência portuária, como consequência, os autores analisam se a privatização portuária se faz necessária para que os portos ganhem vantagem competitiva. Como variáveis de entrada foram utilizados: comprimento do terminal do cais; superfície do terminal e o número de guindastes do terminal, como medida de produção do porto foi utilizada a movimentação total em termos de TEUs, foram utilizados dados de 25 portos/terminais, de acordo com as informações fornecidas como resposta a questionários

enviados a grandes companhias marítimas. O modelo de fronteira estocástica para dados em painel foi o modelo utilizado no estudo. A privatização parcial dos portos se mostrou benéfica para o aumento da eficiência dos portos, além disso, adaptabilidade à demanda dos clientes apareceu como um fator importante para a competitividade portuária.

Cullinane K., & Song, D.-W. (2006) realizaram um estudo com modelo Estocástico para avaliar a eficiência de 74 terminais portuários de contêineres europeus utilizando a análise de fronteira Estocástica. Os dados foram retirados da “*Containerisation International Yearbook and Lloyds Ports of the World*”, tendo utilizado as seguintes variáveis para o estudo: movimentação anual de contêineres; comprimento do cais; área do terminal e número de equipamentos de movimentação de cargas. De maneira geral, portos maiores apresentaram maior eficiência que portos menores, e as Ilhas Britânicas possuem a estrutura mais eficiente. No outro extremo aparecem a Escandinávia e o Leste Europeu, com os piores resultados.

Fontes & Mello (2006), avaliaram a eficiência portuária de 31 portos brasileiros por meio da análise envoltória de dados (DEA). Foram utilizados dados de 2002 a 2004 fornecidos pela Antaq. A variável de entrada foi a extensão total do cais aportável e as variáveis de saída foram a movimentação total de embarcações e a movimentação total de carga transportada dentro e fora do cais. Os resultados permitiram uma ordenação dos portos brasileiros, a partir dos valores de eficiência encontrados. Seis portos apresentaram eficiência superior a 90%. De maneira geral, houve aumento da eficiência dos portos ao longo do período estudado, no entanto, o porto do Rio de Janeiro chama atenção por ser um dos maiores portos e apresentar valores decrescentes de eficiência no período analisado.

Em sua tese, Liu (2010), avaliou a eficiência dos portos e terminais de contêineres e estudou como melhorar a eficiência de escada de portos ou terminais portuários específicos. Sua base de dados consistiu em dados de painel de 32 portos de contêineres do Mar Mediterrâneo norte ao longo de 9 anos (1989 e 2006) e dados transversais de 165 portos de contêineres de diversas localidades, referente ao ano de 2006. Para análise dos dados foi utilizada a análise da fronteira estocástica. Foram avaliadas as eficiências técnicas, de escala e globais dos portos/terminais individuais. Como resultado, a autora obteve que 90% dos portos do Mar Mediterrâneo Norte foram classificados com eficiência técnica inferior a 0,8; em relação aos portos mundiais, 95% obtiveram essa mesma classificação. Em relação a eficiência de escala dos portos e terminais portuários, foram encontrados os seguinte valores: 40% de todos os portos possuem eficiência de escala superior a 0,8 no nível portuário; no nível terminal, 80% de todos os terminais apresentam eficiência de escala superior a 0,8. A análise dos valores obtidos permite concluir que o nível de entrada dos portos e terminais é suficiente,

no entanto, os portos e terminais não utilizam seus recursos de maneira eficiente, justificando assim os baixos valores de eficiência técnica e altos valores de eficiência de escala. Outro ponto relevante da pesquisa diz respeito à finalidade dos portos, os terminais que funcionam apenas com terminal de contêineres obtiveram maiores valores de produtividade quando comparados à terminais de múltiplas finalidades.

Silva et al. (2011) avaliaram a eficiência produtiva de 18 portos brasileiros por meio da utilização da técnica DEA, no biênio 1999-2000, com o intuito de verificar se há influência da administração portuária na eficiência portuária pós Lei nº 8.630/1993. Os dados de entrada utilizados foram largura e profundidade dos canais de acesso e bacias de navegação e largura e comprimento do cais de atracação. As informações sobre quantidade de contêineres (unidades e peso) e de carga geral movimentados foram utilizados como produtos (dados de saída). Como resultado da pesquisa, foi verificado um aumento na eficiência dos portos tanto para a movimentação de carga geral (de maneira mais acentuada), quanto para a movimentação de contêineres.

Sousa et al. (2013) compararam a eficiência operacional dos principais portos da região nordeste por meio da análise envoltória de dados, com dados de 2006. Para tanto, foram utilizadas variáveis de infraestrutura e operação. Os autores avaliaram quais seriam as variáveis mais adequadas por meio do método compensatório de normalização única, de acordo com o tipo de carga movimentada nos portos. Foi possível verificar quais as variáveis mais adequadas para cada tipo de carga, e ao final, elencar os portos de acordo com os valores de eficiência calculados pela análise DEA.

Ducruet, Itoh & Merk (2014) analisaram o tempo médio passado pelos navios porta-contêineres nos portos no mês de maio de 1996, 2006 e 2011. Foram utilizados os dados publicados pela *Lloyd's List Intelligence*, de 1.050 portos de 164 países. Um dos pontos analisados compreende a localização geográfica dos portos e a sua eficiência, sendo encontradas semelhanças entre portos localizados no mesmo país ou continente. Por outro lado, as divergências encontradas, principalmente quando são observados portos individuais, podem ser explicitadas por características nacionais, sendo um argumento que justifica o estudo de indicadores compostos e corrobora a natureza multifacetada da eficiência do tempo. O estudo aponta que os países mais desenvolvidos apresentam maior eficiência em relação ao tempo, com destaque para a Europa Ocidental e o Japão. Em relação à China, foi possível verificar o aumento da eficiência do tempo como resultado dos investimentos em instalações portuárias. O estudo apresentou relação positiva entre o PIB per capita e o número de escalas na eficiência

temporal. Já o desempenho logístico, a qualidade da infraestrutura portuária e a conectividade global não apresentaram estatística significativa na eficiência do tempo.

Güner (2015) realizou um estudo sobre treze portos turcos (públicos e privados), investigando quatro perspectivas de desempenho de gestão: infraestrutura, superestrutura, eficiência operacional e eficiência financeira. Foram utilizadas oito variáveis de entrada: área do terminal, comprimento do cais e número de berços (infraestrutura); número de guindastes, número de rebocadores e número de empilhadeiras (superestrutura); trabalho (operacional); despesas totais (financeira). Para todas as perspectivas foram consideradas os seguintes dados de saída: carga movimentada (em tonelada) e número de navios. Os dados foram analisados utilizando método DEA com retorno constante de escala (CCR) e retornos variáveis de escala (BCC). Além das quatro perspectivas, o autor também calculou uma eficiência geral, utilizando todos os dados de entrada. Por essa análise macro, com o modelo CCR seis portos foram considerados eficientes, e sete, ineficientes, quando da utilização do BCC, oito portos foram considerados eficientes e cinco foram avaliados como ineficientes. De maneira geral, foram obtidos valores superiores com o modelo BCC quando comparado com o modelo CCR, no entanto, os portos turcos não obtiveram pontuações de eficiência atraentes. A eficiência de infraestrutura apresentou valores ligeiramente maiores, indicando um melhor uso da área portuária. Assim, observando os valores obtidos de eficiência, em ordem decrescente tem-se: superestrutura, financeira e operacional. O que indica utilização ineficaz dos equipamentos, altos custos e desempenho gerencial fraco. Além disso, o autor enfatiza o uso ineficaz de mão de obra. No geral, a eficiência dos portos marítimos privados foi superior à dos portos públicos.

O trabalho de Nguyen, Nguyen, Chang, Chin & Tongzon (2016), utilizou uma amostra de 43 portos vietnamitas para calcular sua eficiência e comparou os resultados com a utilização do método DEA *bootstrap*, análise de fronteira estocástica, e DEA padrão. Os três métodos apresentaram informações relevantes em relação à eficiência dos portos, porém, apresentaram divergências significativas. O método SFA tende a produzir valores de eficiência excessivamente altos. O método DEA *bootstrapped* é preferível ao DEA ao resolver problema de superestimação e permitir testes de hipóteses. De maneira geral os portos vietnamitas são ineficientes, havendo espaço para melhorias de eficiência operacional e competitividade internacional.

Santiago, Orive & Cancelas (2021), analisaram os modelos de governança dos portos espanhóis utilizando com o uso do modelo DEA-BCC e DEA-*bootstrapping*. Foram calculadas as eficiências operacional e financeira em três cenários, sendo o atual um deles, no qual considera cada porto individualmente, o cenário 1 agrupa os portos dois a dois, por

proximidade, tendo 12 DMUs, e o cenário 2 agrupou os portos de acordo com as frentes marítimas, formando 8 DMUs. As variáveis de entrada foram: área de armazenagem e extensão do cais (eficiência operacional) e faturamento e investimentos (eficiência financeira). As variáveis de saída foram: movimentação de carga e número de navios atracados ao longo do ano (eficiência operacional) e movimentação de carga e Ebtida (eficiência financeira). No contexto atual, pela análise DEA-BCC, seis portos são eficientes operacionalmente e dez portos são eficientes financeiramente. Em relação à análise *DEA-bootstrapping*, foram obtidos valores superiores para a eficiência financeira em relação à eficiência operacional. Os autores também realizaram análise estatística dos resultados, obtendo para eficiência operacional média aritmética e geométrica inferiores a 50%, indicando a ineficiência dos portos. Em relação à eficiência financeira, as médias foram superiores a 75%, o que, para os autores, pode ser aceito como eficiente. Em relação ao cenário 1, quatro conjuntos foram considerados eficientes operacionalmente e oito conjuntos foram considerados eficientes financeiramente. De acordo com as médias aritmética e geométrica, a eficiência operacional foi superior a 50%, indicando uma proximidade de se tornar eficiente e a eficiência financeira foi superior a 90%, podendo ser considerada eficiência pura. O cenário 2 apresentou 4 conjuntos eficientes operacionalmente e 3 eficientes financeiramente. Em relação às médias aritméticas e geométricas, a eficiência operacional foi superior a 65%, indicando quais DMUs estão próximas de serem eficientes. A eficiência financeira foi superior a 80%, podendo ser compreendida como muito eficiente. Os portos consolidados no sistema portuário espanhol foram aqueles que obtiveram maiores valores referentes à eficiência financeira, esses portos apresentam grande volume de negócio, além de ativos voltados a atrair novos navios e mercadorias.

Melo, Vasco & Reis (2022) comparam o desempenho portuário brasileiro com portos internacionais, por meio de dados em corte transversal de dados obtidos pela UNCTAD, tendo quatro indicadores como destaque (evolução média de contêineres movimentados; custo de transporte por quilometro; custo de transporte por movimentação portuária; tempo mediano de permanência do navio no porto). O desempenho brasileiro foi comparado a dois grupos, países da OCDE e um grupo obtido por uma metodologia de cluster. Em relação à média de contêineres movimentados, o Brasil foi o terceiro país com maior volume de contêineres movimentados. No que diz respeito ao custo de transporte por quilometro, o Brasil apresentou os maiores valores de custo. Em relação ao indicador que avalia o custo de transporte por movimentação portuária, o Brasil ficou em último lugar quando comparado aos países da

OCDE e em penúltimo lugar no grupo de cluster. Por fim, em relação ao tempo mediano de permanência do navio no porto, o Brasil obteve o pior desempenho nos dois grupos.

Yen, Huang, Cho & Huang (2022) utilizaram a metodologia DEA como uma das etapas para analisar como o design portuário inteligente influencia a eficiência portuária. Nessa etapa, foi mensurada a eficiência operacional portuária, tendo como variável de entrada o custo portuário e a produtividade, e quantidade de contêineres transportados - TEU, como variável de saída, ambas para o ano de 2019. Os autores ressaltam a limitação de dados como condição para terem utilizado apenas 2 variáveis no modelo. Foi possível avaliar e comparar a eficiência dos portos analisados.

Aguero-Tobar et al. (2022) avaliaram 12 portos chilenos de carga containerizada, com dados de 2019. Em um primeiro momento foi estimada a eficiência portuária desses portos utilizando o modelo DEA voltado para resultados. Depois, foi utilizado um método de eficiência cruzada para realizar um ranking dos portos avaliados. Ademais, foram comparados os investimentos projetados para 2025 de forma a avaliar as melhorias obtidas na eficiência da operação marítima. As variáveis de entrada foram: calado máximo, que reflete a tonelage de um navio; comprimento do cais e número de berços. As variáveis de saída do estudo foram: TEUs transferidos e número de navios. Quando utilizado o modelo DEA-CCR, quatro portos foram considerados eficientes, no modelo DEA-BCC foram nove.

Moschovou & Kapetanakis (2023) analisaram 14 portos de contêineres da bacia do Mediterrâneo, localizados em 10 países, com o objetivo de compreender como os recursos (*inputs*) de um porto de contêineres repercutem o seu nível de atividade e eficiência, para tanto, foi utilizada a análise envoltória de dados (DEA), por uma abordagem transversal, com dados de 2021. Foram utilizados os seguintes dados de saída: movimentação de contêineres em TEU; volume dos contêineres em tonelada; e receita. As variáveis de entrada foram: comprimento do berço; área do terminal; número de guindastes do cais; e número de pórticos na área de empilhamento. Foi encontrada uma eficiência média de 0,88 e 0,89 para os portos de médio e grande porte, com retorno de escala constante, indicando que pode haver aumento da produtividade dos portos em até 1,2 vezes sem alteração nos insumos.

Santiago et al. (2023), realizaram análise da eficiência financeira do sistema portuário espanhol dos anos de 2017 e 2018 pelo modelo DEA-*bootstrapping*. Foram utilizados dois insumos como dados de entrada: total de ativos e ingresso de receitas referente a tarifas portuárias, os quais se relacionam com a atividade econômica das autoridades portuárias e dois dados de saída, relacionados com o tráfego: movimentação de carga, em toneladas, e número de navios atracados ao longo do ano. De acordo com os autores, a eficiência média do sistema

portuário espanhol foi baixa, aproximadamente 0,44, causada principalmente pelos ativos dos portos. Os portos que obtiveram os melhores índices são portos consolidados no sistema portuário espanhol, os quais apresentam grandes volumes de movimentação de carga e ativos com foco na atração de novos navios e mercadorias.

A Tabela 4 apresenta as variáveis de entrada e saída dos trabalhos citados anteriormente, período de análise dos dados, bem como o método que foi empregado no estudo.

Tabela 4

Características de artigos científicos revisados sobre eficiência portuária

Autor(es)	Método	Período analisado	Variáveis de entrada	Variáveis de saída
Millan, Pino & Alvarez (2000)	Fronteira Estocástica de Produção	1985±1989	Variável dependente: custo total (formado pelos custos com pessoal, amortizações e consumo intermediário) Insumos variáveis incorporados: trabalho, capital e consumo intermediário.	Variável de produção do porto (total de mercadorias movimentadas, passageiros embarcados, e o número de veículos com passageiros)
Tongzon, J. (2001)	DEA - CCR DEA - aditivo	1996	Número de guindastes Número de berços de contêineres Número de rebocadores Área do terminal Tempo de atraso Número de trabalhadores do porto	Contêineres movimentados (TEU) Taxa do trabalho do navio (número de contêineres movimentados por hora de trabalho)
Cullinane et al. (2004)	DEA -CCR DEA - BCC	1992-1999	Comprimento do berço Área do terminal Número de guindastes de berço Número de guindastes de pátio Número de <i>straddle carrier</i>	TEUs movimentados
Tongzon & Heng (2005)	Modelo de Fronteira Estocástica	1999	Comprimento do terminal do cais	Medida de produção: movimentação total em TEUs

			Superfície do terminal Número de guindastes do terminal	
Cullinane K., & Song, D.-W. (2006)	Modelo de Fronteira Estocástica	2002	Movimentação anual de contêineres Comprimento do cais Área do terminal Número de equipamentos de movimentação de cargas	Movimentação anual de contêineres
Fontes & Mello (2006)	DEA	2002 a 2004	Extensão total do cais aportável	Movimentação total de embarcações Movimentação total de carga transportada dentro e fora do cais
Liu (2010)	Modelo de Fronteira Estocástica	1989-2006 (painel) 2006	Comprimento do berço Área total do terminal Armazenamento (TEU) Capacidade de movimentação	Movimentação de TEU
Silva et al. (2011)	DEA- BCC DEA- CCR	1999-2000	Largura e profundidade dos canais de acesso Largura e profundidade das bacias de navegação Largura e comprimento do cais de atracação	Quantidade de contêineres (unidades e peso) Carga geral movimentada
Sousa et al. (2013)	DEA- CCR	2006	Calado Extensão do berço	Navios Carga movimentada Movimentação horária
Ducruet, Itoh & Merk (2014)	Análises de regressão e multinível	1996, 2006 e 2011	Tempo médio das embarcações nos portos	Análise estatística
Güner (2015)	DEA – BCC e CRS	2010	Área do terminal Comprimento do cais Número de berços	Carga movimentada Número de navios

			Número de guindastes Número de rebocadores Número de empilhadeiras Trabalho Despesas totais	
Nguyen et al. (2016)	DEA <i>DEAbootstrapped</i> Modelo de Fronteira Estocástica	2015	Comprimento do cais Área dos terminais Capacidade de armazenagem Equipamentos de movimentação de carga	Carga movimentada
Santiago et al. (2021)	DEA- CCR DEA - <i>bootstrapping</i>	2018	Área de armazenamento Extensão do cais Faturamento Investimentos	Carga movimentada Número de navios atracados Ebtida
Melo, et. al. (2022)	Indicadores	2010-2020 2018 e 2016	<i>Port call</i> (escalas) Movimentação de contêineres Tempo médio permanência porto Custo de transporte	Indicadores: custo de transporte por quilômetro, tempo mediano de espera no porto, custo das movimentações portuárias
Yen et al. (2022)	DEA	2019	Custo portuário	Quantidade de contêineres transportados - TEU
Aguero-Tobar et al. (2022)	DEA-CCR DEA-BCC	2019	Calado máximo Extensão do cais Número de berços	TEUs transferidos Número de navios
Moschovou & Kapetanakis (2023)	DEA-CCR DEA-BCC	2021	Comprimento do berço Área do terminal Número de guindastes Número de pórticos na área de empilhamento	Movimentação de contêineres (TEU) Volume dos contêineres Receita
Santiago et al. (2023)	DEA- <i>bootstrapping</i>	2017 e 2018	Total de ativos Receitas (tarifas portuárias)	Carga movimentada Número de navios atracados

Nota: Definição de algumas variáveis apresentadas:

Calado máximo: corresponde à distância vertical entre a linha de água e o fundo do casco de uma embarcação.

Comprimento do cais: corresponde à distância linear da construção do cais de um terminal portuário.

Número de berços: corresponde ao número de áreas de um terminal portuário em que os navios ficam atracados e as cargas são carregadas e descarregadas para o processo de transferência.

TEUs transferidos: corresponde ao número de TEUs transferidos por cada terminal de portuário ao ano.

Número de navios: corresponde ao número de navios servidos por um terminal portuário em um ano.

3. METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo principal verificar se há diferença de eficiência entre os portos brasileiros federais, delegados e concedidos. Para atingir esse objetivo, serão calculadas as eficiências operacional e financeira desses portos, pela técnica de Análise Envoltória de Dados, para o período de 2019 a 2023.

De modo a alcançar o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos serão realizados: levantamento dos dados dos portos federais, delegados e concedidos; cálculo da eficiência operacional dos portos federais, delegados e concedidos; análise dos valores de eficiência operacional calculados, com o intuito de verificar se há diferença de eficiência em razão do ente que administra o porto; cálculo do índice de Malmquist, com os dados da eficiência operacional; análise dos valores do índice de Malmquist (dados da eficiência operacional), avaliando se houve ganho ou perda de produtividade; avaliação da significância estatística dos valores de eficiência operacional pelo teste de Mann-Whitney; cálculo da eficiência financeira dos portos federais, delegados e concedidos; análise dos valores de eficiência financeira calculados, com o intuito de verificar se há diferença de eficiência em razão do ente que administra o porto; cálculo do índice de Malmquist, com os dados da eficiência financeira; análise dos valores do índice de Malmquist (dados da eficiência financeira), avaliando se houve ganho ou perda de produtividade; avaliação da significância estatística dos valores de eficiência financeira pelo teste de Mann-Whitney.

A seguir será apresentada de maneira detalhada a técnica empregada no estudo, Análise Envoltória de Dados, e de maneira resumida o Índice de Malmquist e o teste de *Mann-Whitney*.

3.1 *Data Envelopment Analysis* (DEA)

A Análise Envoltória de Dados, *Data Envelopment Analysis* (DEA), em inglês, pode ser definida, de forma simples, como um método não paramétrico para medir a eficiência de uma unidade de tomada de decisão (DMU) com múltiplas entradas e/ou múltiplas saídas. Isso é alcançado construindo uma única saída “virtual” para uma única entrada “virtual” sem predefinir uma função de produção (Cullinane & Wang, 2006).

O método não-paramétrico determina a curva de eficiência através de programação matemática de otimização com restrições, não requerendo a especificação de nenhuma relação funcional entre os insumos e produtos. Porém, sendo determinística, esta técnica é muito susceptível às observações extremas e aos erros de medidas (Peña, 2008).

As DMUs usam o mesmo número de insumos (recursos utilizados) para produzir o mesmo número de produtos (os resultados, o que cada unidade alcança), tomam decisões sobre o processo de produção e seu nível de eficiência e têm controle sobre a transformação de suas entradas em saídas. Portanto, um passo fundamental para a aplicação do método DEA é definir as unidades de tomada de decisão e identificar as correspondentes variáveis de entrada e saída (Moschovou & Kapetanakis, 2023).

O termo DEA e o modelo CCR foram cunhados pela primeira vez por Charnes et al. (1978), cujo trabalho foi seguido por uma expansão fenomenal da DEA em termos de sua teoria, metodologia e aplicação nas últimas décadas (Cullinane & Wang, 2006).

De acordo com o trabalho seminal de Charnes, Cooper e Rhodes, de 1978, foi construída uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados. Os autores utilizaram retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas ou insumos (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas ou produtos (*outputs*). Esse modelo também é denominado como modelo CRS (*Constant Returns to Scale*). A eficiência é calculada usando-se a razão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos.

Entre os diversos modelos no contexto de DEA, os dois modelos DEA amplamente usados, são os chamados DEA-CCR e DEA-BCC. O modelo DEA-CCR assume retornos constantes de escala para que todas as combinações de produção observadas possam ser aumentadas ou diminuídas proporcionalmente. O modelo DEA-BCC, por outro lado, permite retornos variáveis de escala e é representado graficamente por uma fronteira convexa linear por partes (Cullinane & Wang, 2006; Mello et al., 2005).

De acordo com o estudo de Banker, Charnes e Cooper (1984), em relação aos achados do estudo de DEA-CCR, foi realizada uma separação em eficiências técnicas e de escala pelos métodos desenvolvidos no seu trabalho, no entanto, sem alterar as últimas condições para uso de DEA diretamente em dados observacionais. Assim, uma nova variável separada foi introduzida, tornando possível determinar se as operações foram conduzidas em regiões da fronteira eficiente de retornos crescentes, constantes ou decrescentes de escala (em situações de múltiplas entradas e múltiplas saídas).

Para os propósitos desse estudo, assim como o do citado artigo, é suficiente afirmar que o modelo DEA orientado a saída busca maximizar o aumento proporcional na saída enquanto permanece dentro do conjunto de possibilidades de produção. E os modelos DEA de eficiência orientados para resultados podem ser escritos como uma série de k problemas de programação linear por envelopamento, com as restrições diferenciando entre os modelos DEA-CCR e DEA-BCC (Cullinane & Wang, 2006).

No Modelo CCR com CRS, a fronteira eficiente é dada por uma reta (ou hiperplano) a partir da origem até a unidade produtiva que forma o maior raio com o eixo do insumo. O Modelo BCC com retornos variáveis de escala (VRS) forma uma fronteira convexa eficiente com as melhores unidades, independentemente da escala de operação e, assim, passa a “envolver” as unidades ineficientes para cada escala de produção (Peña, 2008).

A ineficiência de escala é devida a retornos crescentes ou decrescentes de escala, que são determinados inspecionando a soma das ponderações dos pesos, e sob a especificação do modelo CCR. Se essa soma for igual a um, a lei dos retornos constantes de escala prevalece, enquanto retornos crescentes de escala e retornos decrescentes de escala prevalecem quando a soma é, respectivamente, menor que, ou maior que, a unidade (Cullinane & Wang, 2006).

Mello et al. (2005), apresentam o modelo CCR *dual* orientado a *outputs* descrevendo-o da seguinte forma: é um modelo que maximiza as saídas mantendo inalteradas as entradas. Assim, o modelo é apresentado nas equações a seguir (1), bem como suas variáveis. Nessa situação, h_o representa por quanto todos os produtos devem ser multiplicados, mantendo-se constantes os recursos, para a DMU o atingir a fronteira eficiente. Dessa forma, h_o é, então, um número maior que 1 (provoca incremento no valor dos outputs), pelo que a eficiência é $1/h_o$. No caso do modelo CCR, tanto a orientação para *inputs* quanto *outputs* fornecem o mesmo valor de eficiência, no entanto, com λ 's diferentes.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_o \\
 & \text{Sujeito a} \\
 & x_{jo} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i \\
 & -h_o y_{jo} + \sum_{k=1}^n y_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall j \\
 & \lambda_k \geq 0, \forall k
 \end{aligned} \tag{1}$$

Onde h_o é a eficiência ($h_o = \frac{1}{Eff_o}$) e λ_k é a contribuição da DMU k na formação do alvo da DMU o .

As equações a seguir (2) mostram o modelo DEA CCR orientado a *outputs*, na forma fracionária. Em seguida é apresentado o modelo linearizado (3). Em ambos $h_o = 1/Eff_o$.

$$\text{Min } h_o = \left(\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \right) \tag{2}$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{i=1}^r v_i x_{io}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{jo}} \geq 1, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall j, i$$

Linerizado:

$$\text{Min } h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \quad (3)$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall j, i$$

Em que v_i e u_j são os pesos dos inputs i , $i=1, \dots, r$, e outputs j , $j=1, \dots, s$ respectivamente; x_{ik} e y_{jk} são inputs i e outputs j da DMU k , $k=1, \dots, n$; x_{io} e y_{jo} são os inputs i e outputs j da DMU o .

De acordo com Peña (2008), no modelo BCC com retornos variáveis de escala (VRS), os índices de eficiência dependem da orientação escolhida. Caso se pretenda maximizar a produção dados os níveis de insumos (orientação ao produto), a formulação do Modelo BCC (4) é:

$$\text{Min } h_o = \sum_{r=1}^m v_r x_{r0} + v_0 \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n u_j y_{jo} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_0 \leq 0 \quad j = 1, \dots, o, \dots, N$$

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

Quando o intuito é minimizar os insumos, sem alteração do nível de produção, a formulação do modelo é representada por (5):

$$\text{Max } h_o = \sum_{r=1}^m u_r y_{r0} + u_0 \quad (5)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_0 \leq 0 \quad j = 1, \dots, o, \dots, N$$

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

Nos modelos BCC, diferentemente do modelo CCR, existem as variáveis v_0 e u_0 , que representam retornos variáveis de escala. Quando negativas, indicam retornos crescentes; quando positivas, retornos decrescentes; e, caso sejam nulas, retornos constantes de escalas.

Mello et al. (2005) descrevem que o modelo BCC, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, considera retornos variáveis de escala, isto é, substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade. Por isso, o modelo também é conhecido como VRS – *Variable Returns to Scale*. Ao obrigar que a fronteira seja convexa, o modelo BCC permite que DMUs que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. No entanto, apesar de verdadeira a afirmação, de fato não é algo que acontece sempre. Matematicamente, a convexidade da fronteira equivale a uma restrição adicional ao Modelo do Envelope, que recebe esse nome por ser baseado em uma curva que limita a região onde as DMUs podem existir.

Aguero-Tobar et al. (2022), chegaram em seus estudos aos seguintes dados, em relação ao modelo DEA, dos 30 artigos selecionados, 19 utilizaram os retornos constantes de escala (CCR), e 18 o retorno variável de escala (BCC). Quanto à orientação do modelo, a maior parte é orientada para os insumos. Essa orientação relaciona-se aos problemas operacionais e de gestão portuária, uma vez que os insumos são projetados para um horizonte de longo prazo (Cullinane et al., 2004).

De acordo com estudos empíricos, a maior parte dos setores produtivos encontra-se otimizando a sua produção com retornos constantes de escala (Vasconcelos & Oliveira, 1996, como citado em Peña, 2008). No entanto, Peña (2008) afirma que em situações de concorrência imperfeita, especialmente no setor público, há organizações que podem estar atuando com retornos de escala crescentes e decrescentes. Diante de tal argumento, a presente pesquisa utiliza o modelo DEA-BCC, de orientação ao produto, com modelo de envelopamento.

Falcão & Correia (2012) salientam que na DEA, é analisada, somente, uma unidade por vez. A metodologia DEA, mede o desempenho relativo dos portos, quer dizer, obtêm-se

resultados e os comparam entre eles mesmos para posteriormente ordená-los. A principal deficiência é a necessidade de um grande número de dados de difícil acesso.

Segundo (Cullinane & Wang, 2006), as definições científicas das variáveis de entrada e saída são essenciais para a aplicação da DEA. Liu (2010) reforça a afirmação ao relatar que a seleção das variáveis é o passo principal em qualquer análise econométrica, porque pesa a precisão da análise e estimativa. Mello et al., (2005) destacam que o conjunto de DMUs adotado deve ter a mesma utilização de entradas e saídas, variando apenas em intensidade. Deve ser homogêneo, de modo a realizar as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos, trabalhar nas mesmas condições de mercado e ter autonomia na tomada de decisões. Assim, a escolha das variáveis é uma etapa essencial para a realização do trabalho e será relatada nas seções seguintes, além das demais características das análises operacional e financeira.

Consta na literatura uma forma para comparar períodos adjacentes a partir de dados de inputs e outputs de um determinado período base, chamada de índice de Malmquist. Em 1982, Malmquist, Caves, Christensen e Diewert publicaram um estudo no qual formularam um índice com a intenção de avaliar a evolução de uma DMU entre dois períodos (Salgado, 2017). Chen & Iqbal Ali (2003), ressaltam que o índice de produtividade de Malmquist baseado em DEA mede a mudança de produtividade ao longo do tempo. Os autores acrescentam que esse índice pode ser decomposto em dois componentes: um que mede a eficiência técnica, e o outro que mede a mudança de fronteira (tecnológica).

Almeida (2010), a partir do estudo de Caves et al. (1982), diz que com a decomposição do índice é possível subdividir a evolução da produtividade nos aspectos relativos à alteração da eficiência (AE) e alteração tecnológica (AT); e apresenta a seguinte equação de composição do índice de Malmquist:

$$IM = \left(\sqrt{\frac{D_o(x_v^t, y_v^t) \cdot D_o(x_v^0, y_v^0)}{D_t(x_v^t, y_v^t) \cdot D_t(x_v^0, y_v^0)}} \right) \cdot \left(\frac{D_t(x_v^t, y_v^t)}{D_o(x_v^0, y_v^0)} \right) = AT * AE \quad (6)$$

Onde:

IM = Índice Malmquist;

D_0 = Função distância relativa à fronteira do período 0;

D_t = Função distância relativa à fronteira do período t;

y_v^0 = Quantidade do *output* virtual da DMU em análise no período 0;

x_v^0 = Quantidade do *input* virtual da DMU em análise no período 0;

y_v^t = Quantidade do *output* virtual da DMU em análise no período t;

x_v^t = Quantidade do *input* virtual da DMU em análise no período t;

$D_o(x_v^0, y_v^0)$ = Distância da DMU no período 0 relativa à fronteira do período 0;

$D_o(x_v^t, y_v^t)$ = Distância da DMU no período t relativa à fronteira do período 0;

$D_t(x_v^0, y_v^0)$ = Distância da DMU no período 0 relativa à fronteira do período t;

$D_t(x_v^t, y_v^t)$ = Distância da DMU no período t relativa à fronteira do período t;

AT= Alterações Tecnológicas de uma DMU entre os períodos 0 e t; e,

AE= Alterações de Eficiência de uma DMU entre os períodos 0 e t.

De acordo com Almeida (2010), os resultados do índice de Malmquist auxiliam a compreensão acerca da produtividade, ao identificar se houve aumento no progresso tecnológico, melhoria na eficiência total da DMU, ou ambos (Almeida, 2010; Chan & Iqbal, 2003).

Liu & Wang (2007), relatam que o índice de Malmquist pode ser compreendido da seguinte maneira: maior do que 1, houve um crescimento ou evolução do fator de produtividade entre os períodos; menor que 1, houve uma queda de produtividade entre os períodos analisados; e quando for igual a 1 indica que a produtividade não foi alterada.

Os dados do presente estudo serão analisados primeiramente pela média geométrica DEA-BCC, a seguir, será analisado o índice de Malmquist. Por fim será realizado o teste de *Mann-Whitney* (U), também denominado de teste U com os valores de média geométrica obtidos pelo DEA-BCC.

O teste de *Mann-Whitney* é um teste não paramétrico utilizado para determinar se há diferenças estatisticamente significativas entre dois grupos. Normalmente esse teste é utilizado quando não é possível utilizar o teste t de *Student* (MacFarland & Yates, 2016). O teste *t-student*, possui amostras independentes, e é um teste de dois grupos, requer que a única variável seja medida no nível de intervalo ou razão, em vez do nível ordinal, e seja distribuída normalmente. Assim, o teste U de *Mann-Whitney* é definido como a versão não paramétrica do teste t paramétrico (McKnight & Najab, 2010).

De acordo com Nachar (2008), matematicamente, os valores de U do teste são definidos da seguinte maneira, para cada um dos grupos:

$$U_x = n_x n_y + \frac{n_x(n_x+1)}{2} - R_x \quad (7)$$

$$U_y = n_x n_y + \frac{n_y(n_y + 1)}{2} - R_y$$

Onde,

n_x = número de observações ou participantes no primeiro grupo;

n_y = número de observações ou participantes no segundo grupo;

R_x = soma das classificações atribuídas ao primeiro grupo;

R_y = soma das classificações atribuídas ao segundo grupo.

Essas equações podem ser compreendidas como o número de vezes que observações de uma amostra precedem ou seguem observações na outra amostra quando todas as pontuações do grupo em análise são colocadas em ordem crescente. Assim, ressalta-se que, quando a escala de medição utilizada é do tipo contínua, a ordem na qual os dados são organizados é única. Seguindo o cálculo das estatísticas U e a determinação de um limite estatístico apropriado (α), a hipótese nula pode ser rejeitada ou não. Quer dizer, há rejeição de H_0 se, consultando as tabelas de *Mann-Whitney*, o p correspondente ao $\min(U_x, U_y)$ (o menor U calculado) for menor que o p ou o limite α predeterminado. Em termos técnicos,

Rejeito H_0 se p de $\min(U_x, U_y) < \text{limite } \alpha$

Assim, no Teste de *Mann-Whitney*, a hipótese nula (H_0) assume que as distribuições das duas amostras comparadas são iguais, indicando que não há diferença significativa entre as medianas das populações das quais essas amostras foram retiradas. Em outras palavras, o teste verifica se a distribuição dos valores de uma amostra não tende a ser consistentemente maior ou menor do que a da outra amostra.

3.2 Eficiência operacional

No trabalho de Liu (2010), foram analisados portos e terminais de contêineres em suas funções básicas, ou seja, o transporte de contêineres do mar para a terra ou de volta para o mar. Para tanto, um porto necessita de uma variedade de instalações, mas principalmente de dois tipos: infraestrutura e equipamentos. Assim, as instalações são identificadas como insumos para a produção dos portos/terminais de contêineres. As medidas de infraestrutura incluem: profundidade do cais, comprimento do cais, espaço no pátio, armazenamento, enquanto as medidas do equipamento incluem o número de manuseio de máquinas e capacidade de movimentação. A variável de saída de um terminal de contêiner é o número de contêineres movimentados naquele porto/terminal ano.

Cullinane & Wang (2006) afirmam em seu trabalho que quando o objeto de estudo são terminais de contêineres, a movimentação de contêineres é a variável de saída mais importante e amplamente aceita. Em quase todos os estudos analisados pelos autores a movimentação de contêineres foi utilizada como variável de saída, o que pode ser explicado pela relação direta com a necessidade de instalações e serviços relacionados à carga, além de ser a base primária

de comparação dos portos, principalmente na avaliação do seu tamanho relativo, magnitude de investimento e nível de atividade. Além disso, a movimentação de contêineres forma a base para a geração de receita de um porto ou terminal de contêineres. No mesmo trabalho, o comprimento total do cais, a área do terminal, o número de guindastes com *gantry*, o número de guindastes com *gantry* em área externa e o número de *straddle carriers* foram as variáveis de entrada escolhidas como mais adequadas. Características portuárias como: ocupação e acessibilidade do berço, proximidade com as principais rotas comerciais, horas de operação dos guindastes, idade de manutenção dos equipamentos, capital investido no terminal portuário, profundidade do cais, entre outras foram descritas como variáveis que possivelmente afetariam os valores de eficiência portuária. No entanto, a dificuldade prática em se obter essas informações torna inviável a utilização dessas métricas. Outro fator importante citado pelos autores diz respeito à multicolinearidade, que deve ser observada na escolha das variáveis.

Aguero-Tobar et al. (2022) destacam em seu trabalho que a quantidade de TEUs movimentados é a variável mais utilizada nos diversos estudos analisados, tal fato acontece em razão dos TEUs movimentados representarem o principal resultado da função de transferência dos terminais de contêineres.

De acordo com as análises realizadas por Sinha & Seal (2017), o desempenho de um porto deve ser mensurado por um conjunto de medidas relacionadas com o tempo de permanência do navio no porto, a qualidade da movimentação da carga e a qualidade do serviço de transporte em terra quando da passagem do navio.

A partir da análise de estudos sobre eficiência portuária que utilizaram a Análise Envoltória de Dados como método, foram selecionadas as variáveis do presente trabalho. As informações acerca das variáveis de entrada e saída, dos diversos estudos usados como referência constam na Tabela 5.

Tabela 5

Variáveis utilizadas na análise da eficiência operacional constantes na literatura

Autor(es)	Insumos	Resultados
Tongzon, J. (2001)	Número de guindastes Número de berços de contêineres Número de rebocadores Área do terminal Tempo de atraso Número de trabalhadores do porto.	Contêineres movimentados (TEU) Taxa do trabalho do navio (número de contêineres movimentados por hora de trabalho)
Fontes & Mello (2006)	Extensão total do cais aportável	Movimentação total de embarcações

		Movimentação total de carga transportada dentro e fora do cais
Silva et al. (2011)	Largura e profundidade dos canais de acesso Largura e profundidade das bacias de navegação Largura e comprimento do cais de atracação.	Quantidade de contêineres (unidades e peso) Carga geral movimentada
Sousa et al. (2013)	Calado Extensão do berço Capacidade estática	Navios Carga movimentada Movimentação horária
Güner (2015)	Área do terminal Comprimento do cais Número de berços Número de guindastes Número de rebocadores Número de empilhadeiras Trabalho Despesas totais	Carga movimentada Número de navios
Nguyen et al. (2016)	Comprimento do cais Área dos terminais Capacidade de armazenagem Equipamentos de movimentação de carga	Carga movimentada
Santiago et al. (2021)	Área de armazenamento Extensão do cais	Carga movimentada Número de navios
Yen, Huang, Cho & Huang (2022)	Custo portuário Produtividade	Contêineres transportados
Aguero-Tobar et al. (2022)	Calado máximo Extensão do cais Número de berços	TEUs transferidos Número de navios
Moschovou & Kapetanakis (2023)	Comprimento do berço Área do terminal Número de guindastes Número de pórticos na área de empilhamento	Movimentação de contêineres (TEU) Volume dos contêineres Receita

Em relação às variáveis de entrada, os estudos apresentam dados da infraestrutura portuária como variáveis de entrada utilizadas, sendo a disponibilidade dos dados um dos fatores que assumem relevância na seleção dessas variáveis. Além disso, é possível verificar que a carga movimentada é a variável de saída mais utilizada nos estudos, sendo também a variável selecionada neste trabalho.

Assim, para análise da eficiência operacional, os dados de entrada utilizados serão: extensão do cais, número de berços e profundidade. Essas variáveis foram selecionadas por

representarem a infraestrutura portuária, sendo a extensão do cais e número de berços dados utilizados em diversos outros trabalhos. A profundidade reflete tanto a característica física do porto, quanto o resultado de investimento em infraestrutura, uma vez que a profundidade de operação do porto (calado operacional) é resultado de obras e intervenções na infraestrutura.

Para os outputs serão utilizadas as seguintes informações: carga movimentada e inverso do tempo atracado. A carga movimentada corresponde a todas as cargas que são movimentadas no porto, sendo o somatório do granel sólido, carga containerizada, granel líquido e gasoso e carga geral.

A escolha do tempo atracado como um dos outputs justifica-se na ideia contida no trabalho de Ducruet, Itoh & Merk (2014), em que os autores destacam que o fator tempo tem sido desconsiderado, especialmente nos estudos comparativos de portos internacionais. Sabe-se que o tempo tem uma relação com a eficiência, sendo um importante fator considerado por clientes e demais usuários. Os autores mencionam que os horários de operação dos portos podem ser diferentes, em razão das distintas regulamentações dos países, o que seria um desincentivo para uso dessa métrica. Tal fato, no entanto, não é um empecilho para este trabalho, que analisa apenas portos brasileiros. Outro fator que contribuiu para a escolha do tempo atracado é que ele reflete, de certa forma, as condições de operação do porto, em razão da sua maneira de operação e equipamentos existentes. Assim, a utilização dessa variável é um dos diferenciais do estudo ao buscar ponderar a eficiência da movimentação de carga com aspectos relacionados à gestão portuária.

Como a variável tempo atracado representa um resultado não desejado, isto é, almeja-se que o tempo atracado seja o menor possível, será utilizado o inverso do valor do tempo atracado na Análise Envoltória de Dados.

Os valores das variáveis de entrada (*inputs*) foram obtidos em fevereiro de 2024 do site de cada um dos portos estudados. Desse modo, esses dados refletem o estado mais atual do porto, de acordo com as informações disponíveis de cada porto. Os mesmos valores de *input* serão utilizados para todo período do estudo, uma vez que não é possível obter, de cada porto, os dados de infraestrutura de cada um dos anos objeto do estudo. Como não foi verificada grande mudança na estrutura dos portos no período analisado, tal simplificação não acarretará prejuízo às análises que serão realizadas.

Já as informações das variáveis de saída, foram capturadas do Painel Estatístico Aquaviário da Antaq e referem-se aos anos de 2019 a 2023. Esse período foi escolhido em razão da disponibilidade dos dados do Painel Estatístico da Antaq que atualmente apresenta de maneira interativa os dados de 2019 a 2024. Assim, a base da eficiência operacional será de

2019 a 2023, caracterizando dados em painel e propiciando a análise de eficiência dos portos públicos brasileiros nos últimos cinco anos.

As variáveis objeto desse estudo para a análise da eficiência operacional, com base na estrutura de análise envoltória de dados, sendo os insumos as variáveis de entrada ou *inputs*, e os resultados as variáveis de saída ou *outputs*, são apresentadas de forma clara na Tabela 6.

Tabela 6

Variáveis utilizadas na análise da eficiência operacional

Insumos	Resultados
Extensão do cais	Carga movimentada
Número de berços	Inverso do tempo atracado
Profundidade	

De maneira a explicitar as características das variáveis empregadas no estudo, a Tabela 7 exhibe as variáveis, a descrição e unidade de medida bem como a fonte de obtenção das informações. A carga movimentada é a soma das cargas granel, containerizada, granel líquido e carga geral.

Tabela 7

Variáveis utilizadas, descrição e fonte dos dados

Variável	Descrição	Fonte
Extensão do cais	Valor, em metros, da extensão do cais do porto	Site de cada porto
Número de berços	Quantidade de berços de atracação do porto	Site de cada porto
Profundidade (calado operacional)	Valor, em metros, da distância entre a quilha do navio (seu ponto mais baixo) e a linha superficial da água	Site de cada porto
Carga movimentada	Total de carga movimentada no porto, somatório de todas as cargas, em toneladas Carga – granel sólido: toda carga seca fragmentada transportada em grandes quantidades diretamente nos porões dos navios, sem embalagem, como minérios e grãos Carga containerizada: carga feita por meio de uma caixa metálica, preferencialmente padronizada nas medidas de 20 ou 40 pés, que tenha estrutura para engate automático pelos equipamentos de movimentação, seja horizontal ou vertical Granel líquido: Toda carga líquida transportada diretamente nos porões dos navios, sem embalagens e em grandes quantidades e que é movimentada em dutos por meio de bombas, como petróleo e seus derivados, óleos vegetais e suco de laranja	Painel Estatístico Aquaviário - Antaq

	Carga geral: Constituída por mercadorias acondicionadas nas mais variadas embalagens de diversos tamanhos, pesos e/ou volumes, como sacos, caixas de madeira, engradados, tambores, barris e cargas de pesos e/ou desproporcionais e não convencionais		
Inverso do tempo atracado	O tempo atracado é definido como a soma de todos os tempos em que a embarcação permaneceu no berço da instalação portuária, ou seja, tempo para início de operação, tempo de operação e tempo de desatracação. Seu inverso é $\frac{1}{\text{tempo atracado}}$	Painel	Estatístico
		Aquaviário - Antaq	

Em relação ao Painel Estatístico Aquaviário, tem-se o Sistema de Desempenho Portuário – SDP como principal fonte de dados para disponibilização das estatísticas apresentadas. O SDP é um sistema eletrônico de dados próprio da Antaq, em que os dados são declarados pelas Autoridades Portuárias (portos organizados) e pelos Terminais Autorizados pela Agência Reguladora, sendo estes dados recebidos diariamente via arquivos ou por preenchimento em formulário do próprio sistema SDP. Por meio desse sistema a Agência realiza o controle das operações portuárias, seus respectivos preços e realiza o processamento e divulgação de dados. Por fim, os dados coletados pelo SDP estão disponíveis para consulta através do Painel Estatístico Aquaviário, que foi utilizado como fonte de dados para essa pesquisa.

Devido a particularidades, nem todos os 35 portos públicos fizeram parte do estudo, de acordo com as justificativas a seguir. O Porto de Manaus, apesar de ser um porto delegado, não possui berço público, razão pela qual foi retirado da amostra. O Porto de Laguna, também delegado, por ser um terminal de pescados também não participou da amostra. O Porto do Forno, cuja administração foi delegada ao município de Arraial do Cabo, não foi utilizado na amostra por não apresentar dados de movimentação de carga em 4 dos 5 anos estudados de acordo com o Painel Estatístico Aquaviário da Antaq. O Porto Barra do Riacho, apesar de ser um porto federal, não possui berço público, assim como o Porto de Manaus, razão pela qual não compôs a amostra. Ademais, o Porto Barra do Riacho, juntamente com o Porto de Vitória foi concedido em 2022. Dito isso, ressalta-se a participação do Porto de Vitória na amostra e que suas informações até agosto de 2022 se referem à Administração Federal, da Codesa, a partir de então os dados referem-se à administração da concessionária, VPorts. Assim, para a eficiência operacional, a amostra final é representada por 15 portos sob administração federal, 15 portos delegados e 1 porto concedido.

A partir dos dados apurados, será calculada a eficiência operacional dos portos brasileiros de 2019 a 2023, pela análise envoltória de dados (DEA) BCC. De acordo com esse método, a eficiência é obtida pela soma ponderada dos *outputs* e pela soma ponderada dos *inputs*, assim, é calculada uma fronteira de eficiência que busca a melhor relação produto/insumo, ou seja, a relação mais eficiente. A partir dos resultados de eficiência, os portos serão agregados em grupos com eficiência semelhantes com o intuito de verificar se há padrões que se repetem. Ademais, será averiguado se há diferença de desempenho em razão da delegação dos portos. Em seguida será realizada a análise do índice de Malmquist e o teste de *Mann-Whitney*.

3.3 Eficiência financeira

De acordo com Santiago et al. (2023), a eficiência financeira pode ser definida como o grau de eficiência em que são utilizados os recursos disponíveis para obtenção dos resultados financeiros desejados.

De acordo com pesquisa realizada, são poucos os trabalhos que abordam a eficiência financeira dos portos. Os estudos que utilizaram a Análise Envoltória de Dados como método foram selecionadas e as informações acerca das variáveis de entrada e saída, constam na Tabela 8.

Tabela 8

Variáveis utilizadas na análise da eficiência financeira constantes na literatura

Autor(es)	Insumos	Resultados
Güner (2015)	Despesas totais	Carga movimentada Número de navios
Santiago et al. (2021)	Faturamento Investimentos	Carga movimentada Ebtida
Santiago et al. (2023)	Total de ativos Receitas (tarifas portuárias)	Carga movimentada Número de navios

Em seu trabalho, Santiago et al. (2023) relatam que as variáveis de entrada foram escolhidas pela facilidade em acessar esses dados e por terem sido variáveis pouco utilizadas em outros estudos, além de procurarem refletir um perfil financeiro para a análise da eficiência do sistema portuário. As variáveis de saída foram eleitas pela sua representatividade, dado que refletem muito bem o conjunto de um sistema ou, em maior detalhe, os componentes desse sistema, sendo elas: toneladas de carga movimentada por cada autoridade portuária e número de navios atracados ao longo do ano.

Assim, para análise da eficiência financeira, os dados de entrada utilizados neste estudo serão: custos da atividade (dos produtos e serviços prestados) e despesas operacionais. Essas

variáveis foram selecionadas após a análise dos dados de entrada utilizados em trabalhos anteriores. De acordo com a Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, a exploração dos portos organizados e instalações portuárias, tem como objetivo aumentar a competitividade e o desenvolvimento do País, devendo seguir as seguintes diretrizes: expansão, modernização e otimização da infraestrutura e da superestrutura que integram os portos organizados e instalações portuárias; garantia da modicidade e da publicidade das tarifas e preços praticados no setor, da qualidade da atividade prestada e da efetividade dos direitos dos usuários; estímulo à modernização e ao aprimoramento da gestão dos portos organizados e instalações portuárias, à valorização e à qualificação da mão de obra portuária e à eficiência das atividades prestadas; promoção da segurança da navegação na entrada e na saída das embarcações dos portos; estímulo à concorrência, por meio do incentivo à participação do setor privado e da garantia de amplo acesso aos portos organizados, às instalações e às atividades portuárias; liberdade de preços nas operações portuárias, reprimidos qualquer prática prejudicial à competição e o abuso do poder econômico.

É possível verificar que os portos públicos não têm como objetivo a obtenção de lucro, apesar de receberem receitas pela prestação de serviços, assim, a utilização de métricas como faturamento e receitas (tarifas portuárias) não faz sentido nesse trabalho. Em relação à outra variável utilizada, investimentos, de acordo com estudos anteriores, os portos brasileiros vêm sendo negligenciados quanto os investimentos (Gomes, Santos & Costa, 2013; Falcão & Correa, 2012). Dessa forma, definiu-se as despesas como variável de entrada, de acordo com o utilizado no trabalho de Güner (2015). A partir da análise das demonstrações financeiras, especificamente nas demonstrações do resultado do exercício, os custos da atividade e as despesas operacionais são as classificações que melhor refletem as despesas portuárias, sendo, portanto, as variáveis de entrada utilizadas no presente trabalho. Ressalta-se que os valores dessas variáveis não se repetem, uma vez que ambas aparecem na DRE dos portos/Companhias Docas. Apesar de refletirem custos relacionados à operação portuária, seguem critérios distintos para a sua alocação.

Para as variáveis de saída serão utilizadas a carga movimentada e o número de navios. A carga movimentada corresponde a todas as cargas que são movimentadas no porto, sendo o somatório do granel sólido, carga containerizada, granel líquido e gasoso e carga geral. Essa foi a variável utilizada nos três estudos analisados, e reflete o objetivo maior do porto, que é o transporte de mercadorias. O número de navios foi empregado em dois dos três estudos destacados e busca mensurar quantos navios passaram pelo porto ao longo do ano para embarque e/ou desembarque de carga.

De acordo com Santiago et al. (2023), essas variáveis de saída foram escolhidas devido ao seu grau de representatividade, pois são dados que refletem o conjunto de um sistema ou em maior detalhe os componentes deste. Além de estarem presentes em outras pesquisas, a quantidade de toneladas movimentada por cada Autoridade Portuária e o número de navios que são hospedados ao longo do ano, refletem a relação direta com as tarifas e ativos que as autoridades portuárias podem contar para a estadia das embarcações ou de suas mercadorias, além de outras estruturas relacionadas ao tráfego específico.

As informações das variáveis de entrada foram coletadas das demonstrações financeiras dos Portos, mais especificamente das demonstrações do resultado do exercício, referentes aos anos de 2019 a 2023, divulgadas nos sites dos portos. Foi escolhido o mesmo intervalo de anos do estudo da eficiência operacional para facilitar comparação e análise dos resultados do estudo. As Companhias Docas federais apresentam suas demonstrações financeiras já consolidadas, assim, foram utilizados esses valores no estudo. O mesmo aconteceu para a administradora Portos do Paraná que representa os portos de Antonina e Paranaguá.

Os dados das variáveis de saída, foram capturados do Anuário Estatístico da Antaq e referem-se aos anos de 2019 a 2023. Em relação às Companhias citadas anteriormente, que representam mais de um porto e já apresentam as demonstrações consolidadas, foram somados os valores de carga movimentada e número de navios, de maneira a permitir a correlação com os dados de entrada. Quer dizer, quando a Companhia Doca representa mais de um porto, os dados dos custos da atividade e despesas operacionais, utilizados nesse estudo representam os valores consolidados dos portos que compõem a Companhia Doca, como CDRJ, Codeba, Codern e CDP.

Assim, a base da eficiência financeira será de 2019 a 2023, caracterizando dados em painel e propiciando a análise de eficiência dos portos públicos brasileiros nos últimos cinco anos.

A Tabela 9 apresenta as variáveis utilizadas na análise da eficiência financeira, com base na estrutura de análise envoltória de dados, sendo os insumos as variáveis de entrada ou *inputs*, e os resultados as variáveis de saída ou *outputs*.

Tabela 9

Variáveis utilizadas na análise da eficiência financeira

Insumos	Resultados
Custos da atividade (dos produtos e serviços prestados)	Carga movimentada
Despesas operacionais	Quantidade de atracções

Para auxiliar a compreensão do estudo, as características das variáveis utilizadas na análise financeira estão contidas na Tabela 10, que apresenta o nome da variável, a descrição da mesma, sua unidade de medida, além da fonte de obtenção das informações. Assim, como a análise operacional, a carga movimentada representa a soma das cargas granel, containerizada, granel líquido e carga geral.

Tabela 10

Variáveis utilizadas, descrição e fonte dos dados

Variável	Descrição	Fonte
Custo da atividade	Valor, em reais, dos serviços prestados e produtos vendidos, como pessoal e encargos, manutenção, provisões	Demonstração financeira de cada porto
Despesas operacionais	Valor, em reais, das despesas operacionais, como: pessoal e encargos, gerais e administrativas, demandas judiciais	Demonstração financeira de cada porto
Carga movimentada*	Total de carga movimentada no porto, somatório de todas as cargas: granel sólido, carga containerizada, granel líquido, e carga geral, em tonelada	Painel do Estatístico aquaviário - Antaq
Quantidade de atracções	Foram consideradas as atracções com movimentação de carga. As seguintes operações de carga estão incluídas: movimentação de carga, apoio, transbordo, longo curso exportação, longo curso importação, longo curso exportação com baldeação de carga estrangeira, longo curso importação com baldeação de carga estrangeira, cabotagem, interior, baldeação de carga nacional e baldeação de carga estrangeira de passagem.	Painel do Estatístico aquaviário - Antaq

Nota: *As definições da carga movimentada são as mesmas apresentadas na tabela da eficiência operacional.

As descrições dos itens que compõem as despesas operacionais dos portos bem como as ponderações que foram realizadas para apurar o valor final das despesas operacionais estão reunidas e constam no Apêndice APA1. Tal documento foi elaborado a partir das informações contidas nas demonstrações financeiras dos portos.

Por se tratar de dados monetários, os valores dos custos de atividade e despesas operacionais foram corrigidos monetariamente, com valores do ano de 2023, sendo o índice utilizado o IGP-DI (índice geral de preços – disponibilidade interna). O IGP-DI é um índice que registra o ritmo evolutivo de preços como medida síntese da inflação nacional. Trata-se de um indicador do movimento de preços que abarca o processo produtivo como um todo, desde preços de matérias-primas agrícolas e industriais, incluindo preços de produtos intermediários até os de bens e serviços finais (IPEA, n.d.).

As especificidades de alguns portos e a ausência de dados reduziu a amostra para o estudo da eficiência financeira. Os portos que não participaram da análise da eficiência operacional, pelos mesmos motivos, não integraram a análise financeira. Quer dizer, o Porto de Manaus e Barra do Riacho, de Laguna e do Forno, por não possuírem berço público, por ser um terminal de pescados e por ausência de dados, respectivamente, deixaram de ser objeto desse estudo. Os Portos de Rio Grande, Pelotas e Porto Alegre ficaram de fora da amostra uma vez que não foi possível encontrar as demonstrações financeiras desses portos referentes aos anos de 2019, 2020 e 2021. Também por ausência de dados, os Portos de Itajaí e Santana não compuseram a amostra, uma vez que não foi encontrada nenhuma demonstração financeira desses portos referente ao período do estudo, de 2019 a 2023. Diante das explicações, a análise financeira contou com 16 DMUs, sendo 6 portos/Companhia Doca sob administração federal, 9 portos delegados e 1 porto concedido.

Em posse das informações descritas anteriormente, serão calculadas as eficiências financeiras dos portos brasileiros de 2019 a 2023, pela análise envoltória de dados (DEA) BCC. A partir dos resultados obtidos, os portos serão reunidos em grupos com eficiência semelhantes com o intuito de verificar a incidência de padrões. Ademais, será verificado se há diferença de desempenho em razão da delegação dos portos. Por fim, será realizada a análise do índice de Malmquist e o teste de *Mann-Whitney*.

3.4 Método

Segundo Peña (2008), a aplicação da DEA exige uma sequência de passos. Primeiramente se selecionam as unidades produtivas (DMUs). Depois, descreve-se o processo produtivo das unidades analisadas para identificar e classificar os insumos e produtos. Por fim, passa-se a executar o método, utilizando os softwares disponíveis.

O mesmo método será realizado tanto para a eficiência operacional, quanto para a eficiência financeira. Os dados foram inicialmente analisados por meio de estatística descritiva,

com o uso de tabelas, procurando ilustrar a evolução das variáveis no período 2019 a 2023 e diferenças entre portos federais, delegados e concedido.

Em seguida, foi realizada a análise de eficiência por meio da Análise Envoltória de Dados. Para a eficiência operacional foram analisados 31 portos (DMUs), sendo que a análise considerou retornos variáveis de escala (BCC), de orientação ao produto, com modelo de envelopamento, com o método Malmquist permitindo a análise do período. A mesma sistemática foi empregada para a eficiência financeira, que contou com 16 DMUs (portos/companhias).

Após a obtenção dos índices de eficiência, os portos foram segregados em portos de eficiência alta e de eficiência baixa, conforme classificação definida na Tabela 11. Estas três categorias de eficiência foram definidas pela divisão do intervalo em três partes. Assim, os resultados de eficiência puderam ser agregados, auxiliando a análise dos mesmos.

Tabela 11
Classificação de nível de eficiência

Eficiência	Intervalo (eficiência)
Baixa	[0, 0,33)
Média	[0,33, 0,66)
Alta	[0,66, 1]

Em seguida, foram identificados os portos sob administração federal, delegados e concedido, de modo a propiciar a análise da diferença da eficiência operacional dos portos em razão do ente que o administra. Nas tabelas apresentadas à frente, os portos sob administração federal apresentam a letra F na coluna de condição, e os portos delegados a letra D.

Uma segunda análise consistiu na observação dos valores obtidos sob o índice de Malmquist. Por fim, foi realizado o teste de *Mann-Whitney* com os valores apurados de eficiência (DEA-BCC) com o intuito de verificar se há ou não diferença de eficiência em razão do ente que realiza a gestão portuária. Para tanto, foi utilizada a seguinte hipótese nula: $H_0 =$ não há diferença de eficiência portuária (operacional/financeira) em razão do ente que administra o porto.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Eficiência operacional

4.1.1 Estatística descritiva

Conforme pode ser visto na Tabela 12, os portos federais possuem em média extensão do cais, quantidade de berços e profundidade superiores ao observado nos portos delegados. Isso indica que na média os portos federais apresentam uma condição de infraestrutura melhor do que a dos portos delegados. Pondera-se, contudo, que os portos delegados são mais semelhantes na questão da infraestrutura, já que as estatísticas mostram menor variabilidade entre eles (desvio padrão e coeficiente de variação).

Tabela 12

Estatística descritiva dos portos, características de infraestrutura

Portos	Estatísticas	Extensão [metros]	Número berços	Profundidade [metros]
Federais	média	2.528,8	10,7	13,2
	mediana	1.407,0	6,0	13,9
	desvio padrão	4.050,2	15,4	3,8
	CV	1,6	1,4	0,3
Delegados	média	1.069,8	6,2	10,7
	mediana	691,0	5,0	10,3
	desvio padrão	1.088,9	4,7	4,1
	CV	1,0	0,8	0,4

A movimentação de carga bruta (em milhões de toneladas) de 2019 a 2023 é apresentada na Tabela 13. Observa-se que em todos os anos, a carga bruta média movimentada nos portos federais é maior do que a média nos portos delegados. Este fato pode ser justificado em parte pelo porto de Santos, porto federal, que apresenta no período uma média anual de movimentação de 119,2 milhões de toneladas. Em relação a variabilidade, novamente se constata que os portos delegados apresentam maior semelhança entre si.

Tabela 13

Carga bruta movimentada [milhões de toneladas]

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	13,9	15,0	15,4	16,4	17,5
	mediana	4,5	4,9	4,9	4,4	4,4
	desvio padrão	27,7	29,9	30,0	32,9	35,6
	CV	2,0	2,0	1,9	2,0	2,0
Delegados	média	10,4	10,7	11,4	11,2	12,1
	mediana	2,5	2,1	2,4	2,4	1,7
	desvio padrão	14,1	14,9	15,2	15,5	17,2
	CV	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4

Em relação ao tempo médio atracado, são os portos federais que possuem em média os menores tempos (Tabela 14). Em relação à variabilidade do tempo atracado, os portos federais e os delegados apresentaram uniformidade.

Tabela 14

Tempo atracado [horas]

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	56,5	50,4	56,7	51,4	51,2
	mediana	45,1	46,2	51,2	51,3	54,2
	desvio padrão	45,2	42,8	38,1	30,7	27,1
	CV	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5
Delegados	média	65,2	62,9	67,3	67,5	62,1
	mediana	59,0	61,3	59,4	61,3	68,0
	desvio padrão	51,0	42,9	44,9	42,5	34,3
	CV	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6

As Tabelas 15 e 16 apresentam as informações sobre o Porto de Vitória, que foi objeto de concessão. Como somente esse porto é concedido, optou-se por apenas descrever suas informações, para auxiliar na discussão dos resultados. Ressalta-se que o Porto de Vitória foi concedido em setembro de 2022, sendo até então um porto federal, administrado pela Companhia Docas do Espírito Santo – Codesa.

Tabela 15

Estatística descritiva Porto de Vitória

Porto de Vitória	Extensão [metros]	Número berços	Profundidade [metros]
Características de infraestrutura	2.240,0	8	12,5

Tabela 16

Carga movimentada [milhões de tonelada] e tempo atracado [horas] do Porto de Vitória

Porto de Vitória	2019	2020	2021	2022	2023
Carga Movimentada	6,99	6,94	8,21	7,18	6,98
Tempo atracado	22,6	20,7	22,9	18,8	24,5

Em relação à extensão e profundidade, essas características se aproximam mais da média dos portos federais, o que faz sentido, uma vez que o Porto de Vitória fazia parte da Codesa, que era uma Companhia Doca federal. No que diz respeito à movimentação de carga e tempo de atracação, os valores do Porto de Vitória são inferiores às médias dos portos federais e delegados.

4.1.2 Análise de Eficiência Operacional

Os valores ano a ano e da média de eficiência operacional dos portos, obtidos pela Análise Envoltória de Dados, estão contidos na Tabela APB1 do Apêndice.

Na Tabela 17 apresentam-se os valores de eficiência apurados a partir do método DEA-BCC, dos portos que obtiveram o indicador de eficiência alta.

Observa-se que dos 10 portos considerados com indicador de eficiência alta, 40% são portos federais e 60% são portos delegados. Assim, os portos delegados se destacam em relação aos portos federais em relação à eficiência operacional.

Tabela 17

Resultados na análise de eficiência operacional – Eficiência Alta

DMU	Estado	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência Média
Porto de Antonina	PR	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Itaguaí	RJ	F	1	1	1	1	1	1
Porto de Paranaguá	PR	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Pelotas	RS	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Porto Velho	RO	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Rio Grande	RS	D	1	1	1	1	0.9838	0.9967
Porto de Santarém	PA	F	0.7579	0.8355	0.5806	0.6981	0.7908	0.7269
Porto de Santos	SP	F	1	1	1	1	1	1
Porto de São Francisco do Sul	SC	D	0.7343	0.7433	0.7556	0.7267	0.8915	0.7680
Terminal Salineiro de Areia Branca	RN	F	1	1	1	1	1	1

Já na Tabela 18, apresentam-se os portos considerados como de eficiência baixa (indicador de 0 a 0,33). Constatou-se que dos 13 portos considerados como de eficiência baixa, 61,5% são portos federais e 30,7% são portos delegados. O Porto de Vitória, concedido, obteve eficiência média de 0,287, classificando-se como um porto de eficiência baixa.

Tabela 18

Resultados na análise de eficiência operacional – Eficiência Baixa

DMU	Estado	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência Média
Porto de Angra dos Reis	RJ	F	0.1049	0.9147	0.1721	0.2936	0.4723	0.2964
Porto de Aratu - Candeias	BA	F	0.2872	0.2933	0.3303	0.3024	0.2865	0.2995
Porto de Cabedelo	PB	D	0.1532	0.1679	0.1815	0.1584	0.1765	0.1672
Porto de Fortaleza	CE	F	0.1959	0.2297	0.2267	0.2144	0.2166	0.2163
Porto de Ilhéus	BA	F	0.0666	0.0900	0.1053	0.1152	0.1500	0.1018
Porto de Maceió	AL	F	0.1658	0.1727	0.1822	0.1615	0.1839	0.1730
Porto de Natal	RN	F	0.1166	0.1344	0.1723	0.1536	0.1425	0.1427
Porto de Niterói	RJ	F	0.4373	0.3377	0.2362	0.3445	0.3006	0.3248
Porto de Porto Alegre	RS	D	0.1929	0.1949	0.2806	0.2390	0.2397	0.2271
Porto de São Sebastião	SP	D	0.0947	0.1270	0.1365	0.1310	0.2018	0.1341
Porto de Vitória	ES	C	0,2605	0,2923	0,3067	0,2918	0,2861	0,2871
Porto do Recife	PE	D	0.0763	0.0851	0.0797	0.0876	0.0949	0.0845
Porto do Rio de Janeiro	RJ	F	0.2522	0.2899	0.2840	0.29343	0.3438	0.2912

A análise das Tabelas 17 e 18 permite verificar que os portos delegados apresentaram maiores valores de eficiência operacional que os portos federais. O que pode indicar que a administração por delegação dos portos proporcione um maior índice de eficiência operacional quando comparada à administração federal.

Em relação à eficiência operacional, 8 portos foram classificados com eficiência média, sendo 3 portos federais e 5 portos delegados. A Tabela 19 apresenta de maneira agregada a classificação do porto em nível de eficiência e o ente administrador.

Tabela 19

Classificação portos x ente administrador

Eficiência	Federal		Administração Delegada		Concedida	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Baixa	8	53,3%	4	26,7%	1	100%
Média	3	20,0%	5	33,3%		
Alta	4	26,7%	6	40,0%		
Total	15	100%	15	100%	1	100%

A análise do Tabela 19 permite verificar que, apesar de terem sido analisadas as mesmas quantidades de portos federais e delegados, mais da metade dos portos federais foram classificados como de eficiência baixa, já os portos delegados obtiveram melhores classificações, sendo que 40% deles foram classificados com eficiência alta.

Em relação ao índice de Malmquist, que avalia a produtividade em diferentes períodos, refletindo a variação da eficiência técnica e mudanças tecnológicas, os resultados estão agregados na Tabela 20. Esses resultados referem-se a média geométrica dos índices de Malmquist calculados de 2019 a 2023. Os valores estão apresentados com 2 casas decimais. A classificação seguiu estritamente os valores de representação do índice, no entanto, alguns portos obtiveram valor do índice de Malmquist muito próxima a 1, como sendo eles: o Porto de Cabedelo com 0,98; o Porto de Natal e do Recife, com 0,99; o Porto de Salvador e de Vitória com 1,01; e o Porto de Porto Alegre com 1,02. A tabela completa, com a evolução do índice de Malmquist ao longo do período estudado e a média geométrica estão no Apêndice APC1.

Tabela 20

Eficiência operacional dos portos – Índice de Malmquist – 2019 a 2023

Índice de Malmquist	Federal		Delegado		Concedido		Total	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
>1	8	53,3%	8	53,3%	1	100%	17	54,8%
=1	2	13,3%	3	20,0%	0		5	16,1%
<1	5	33,3%	4	26,7%	0		9	29,1%
Total	15	-	15	-	1	-	31	-

Em relação ao ganho de produtividade, a mesma quantidade de portos federais e delegados, sendo 16 ao todo, e mais da metade dos portos federais e delegados apresentaram

ganho de produtividade no período estudado. O Porto de Vitória também obteve essa classificação, porém, como dito, com um valor de índice de 1,01. Ao todo 5 portos não tiveram alteração na sua produtividade e 9 portos apresentaram queda de produtividade.

Como última análise, foi realizado o teste de *Mann-Whitney* com o objetivo de avaliar se há diferença de eficiência operacional entre os portos federais e delegados que seja estatisticamente significativa. Os valores utilizados para esse teste foram a média aritmética da eficiência operacional obtida pelo método DEA-BCC de cada um dos grupos. O Porto de Vitória foi desconsiderado nessa análise, por ser, atualmente, um porto concedido. Foi considerado o nível de confiança de 95%, assim, $Z\alpha = 1,96$.

A hipótese testada foi a seguinte:

H_0 = não há diferença de eficiência portuária operacional em razão do ente que administra o porto.

E os valores encontrados no teste constam na Tabela 21.

Tabela 21

Teste de Mann-Whitney – Eficiência operacional

Portos	Número	Soma dos postos	U
Federais	15	210	135
Delegados	15	255	90

Para esses dados, o valor de U crítico, obtido da Tabela U, é de 64. De acordo com o teste, deve-se avaliar se $U_{calculado} < U_{crítico}$. Caso isso aconteça, rejeita-se H_0 . O valor de $U_{calculado}$ é o menor dos valores de U calculado. Assim, o valor de $U_{calculado}$ foi de 90, maior que o $U_{crítico}$, razão pela qual não rejeitamos H_0 e, por consequência, não temos evidências de que há diferenças nas distribuições dos grupos dos portos federais e delegados.

Ao continuar a análise, agora com o valor de Z, encontra-se o valor de $Z_{calculado}$ de 0,9332, inferior ao valor de Z crítico de 1,96, razão pela qual não rejeitamos a hipótese H_0 . Em seguida, calculou-se o valor de p, obtendo-se como resultado o valor de 0,3507. Mais uma vez os valores obtidos confirmam o resultado de que a hipótese H_0 não pode ser rejeitada.

4.2 Eficiência financeira

4.2.1 Estatística descritiva

Conforme pode ser visto na Tabela 22, os portos federais possuem em média despesas operacionais de 3,5 a 4 vezes maiores do que os portos delegados. Parte dessa diferença se deve ao fato de que para a análise financeira, os portos federais foram considerados com as respectivas Companhias Docas, o que acaba por representar valores maiores do que quando os

portos são considerados individualmente. A análise foi feita dessa maneira pelo fato das demonstrações financeiras de cada uma das Companhias Docas serem apresentadas com os valores já consolidados, e não de cada um dos portos que constituem a respectiva Companhia Doca. O desvio-padrão e coeficiente de variação dos portos federais foi menor nos anos de 2019 e 2020, já os portos delegados apresentaram menores valores em 2022.

Tabela 22*Despesas operacionais [em milhares de R\$]*

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	249.267,5	198.521,7	207.350,9	203.915,8	274.455,1
	mediana	124.962,1	87.041,1	58.220,3	70.558,7	85.317,4
	desvio padrão	252.195,9	208.283,8	311.482,5	287.489,6	369.615,5
	CV	1,01	1,05	1,50	1,41	1,35
Delegados	média	70.832,3	55.840,8	48.952,1	51.771,4	66.522,6
	mediana	28.310,7	23.745,1	24.635,6	26.171,5	21.758,0
	desvio padrão	94.167,2	76.766,9	73.563,9	57.249,3	102.162,4
	CV	1,33	1,37	1,50	1,11	1,54

A Tabela 23 apresenta as estatísticas dos custos das atividades, sendo os custos das atividades dos portos federais superiores em 1,7 a 2,5 vezes aos custos das atividades dos portos delegados. Como dito anteriormente, parte dessa diferença deve-se ao fato de a análise dos portos federais terem sido consideradas as Companhias Docas como um todo. Em relação aos valores dos desvios-padrão e CV, verifica-se que os valores dos desvios são próximos aos valores das médias, tanto que nos portos federais os valores dos coeficientes de variação são inferiores a 1. Em relação aos portos delegados, os valores dos coeficientes de variação dos portos delegados também foram próximos a 1, indicando um comportamento mais homogêneo dos custos das atividades.

Tabela 23*Custos de atividades [em milhares de R\$]*

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	188.136,9	173.074,6	138.953,9	139.557,2	141.998,8
	mediana	135.387,1	124.062,0	105.309,7	100.966,7	108.443,9
	desvio padrão	168.806,3	165.645,9	119.645,4	127.778,1	129.083,4
	CV	0,90	0,96	0,86	0,92	0,91
Delegados	média	73.202,2	79.093,0	66.592,6	67.487,2	82.939,8
	mediana	42.242,1	40.631,7	34.160,5	33.957,3	47.847,0
	desvio padrão	74.472,3	87.735,2	64.468,6	69.611,9	92.217,4
	CV	1,02	1,11	0,97	1,03	1,11

A movimentação de carga bruta (em milhões de toneladas) de 2019 a 2023 é divulgada na Tabela 24. Observa-se que em todos os anos, a carga bruta média movimentada nos portos federais é maior do que a média nos portos delegados. Como dito anteriormente, este fato pode ser justificado em parte pelo porto de Santos, porto federal, que apresenta no período uma média anual de movimentação de 119,2 milhões de toneladas, além dos dados dos portos federais estarem reunidos nas Companhias Docas. Em relação a variabilidade, os portos federais apresentaram menores valores do coeficiente de variância, indicando maior semelhança entre si do que os portos delegados.

Tabela 24*Carga bruta movimentada [milhões de toneladas]*

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	34,8	37,5	38,5	41,1	43,7
	mediana	20,4	22,2	21,8	23,3	24,2
	desvio padrão	39,1	42,3	42,4	47,0	51,0
	CV	1,12	1,13	1,10	1,14	1,17
Delegados	média	13,5	14,1	14,6	15,1	16,7
	mediana	5,8	5,9	6,9	7,1	7,7
	desvio padrão	16,5	17,7	18,0	18,5	20,3
	CV	1,22	1,25	1,23	1,22	1,22

Ao analisar a quantidade de atracções, os portos federais registraram cerca de 3 vezes mais atracções do que os portos delegados (Tabela 25). Em relação à variabilidade, essa foi a variável que registou os menores valores, sendo os CV dos portos federais inferiores aos dos portos delegados.

Tabela 25*Quantidade de atracções*

Portos	Estatísticas	2019	2020	2021	2022	2023
Federais	média	2.410,17	2.404,00	2.304,50	2.515,67	2.544,17
	mediana	1.868,00	1.614,50	1.744,50	1.828,00	1.726,00
	desvio padrão	1.759,72	1.907,86	1.626,32	1.951,84	2.111,26
	CV	0,73	0,79	0,71	0,78	0,83
Delegados	média	815,00	788,89	784,89	776,11	811,56
	mediana	453,00	423,00	472,00	473,00	480,00
	desvio padrão	784,84	771,48	726,06	707,22	738,35
	CV	0,96	0,98	0,93	0,91	0,91

Os valores das variáveis analisadas na eficiência financeira do Porto de Vitória são apresentados nas Tabelas 26 e 27, com o intuito de compreender as semelhanças e diferenças do Porto de Vitória com os portos federais e delegados.

Tabela 26

Despesas operacionais e custos de atividade [em milhares de reais] do Porto de Vitória

Porto de Vitória	2019	2020	2021	2022	2023
Despesas operacionais	122.202,32	63.393,45	80.475,82	133.250,14	91.666,00
Custos de atividade	99.250,78	74.713,92	65.794,72	78.301,37	129.280,00

Tabela 27

Carga bruta movimentada [milhões de tonelada] e quantidade de atracções do Porto de Vitória

Porto de Vitória	2019	2020	2021	2022	2023
Carga Movimentada	6,99	6,94	8,21	7,18	6,98
Quantidade de atracções	819	686	751	759	784

Quando avaliado o montante de despesas operacionais, o Porto de Vitória apresenta valores intermediários entre os portos federais e delegados. No que compete aos custos de atividade, os valores estão mais próximos aos valores dos portos delegados.

Em relação às variáveis de saída, a movimentação de carga do Porto de Vitória é inferior às médias dos portos federais e delegados. Já a quantidade de atracções se aproxima da média obtida pelos portos delegados. Assim, apesar de o Porto de Vitória ter deixado de ser um porto federal, ele assemelha-se aos portos delegados, o que pode ser compreendido pelo porte do porto.

4.2.2 Análise de Eficiência Financeira

Os valores de eficiência financeira dos portos obtidos ano a ano pela Análise Envoltória de Dados estão contidos no Apêndice APD1.

Na Tabela 28 constam os valores de eficiência financeira apurados a partir do método DEA-BCC, dos portos que obtiveram o indicador de eficiência alta. Observa-se que das 10 DMUs consideradas com indicador de eficiência alta, 30% são federais e 70% são portos delegados. Assim, os portos delegados se destacam em relação aos portos federais em relação à eficiência financeira.

Tabela 28

Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Alta

DMU	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência média
Companhia Docas do Pará	F	1	1	1	1	1	1
Companhia Docas do RJ	F	1	1	1	1	1	1
Porto de Antonina e Paranaguá	D	0,9830	0,8446	0,8982	0,7636	0,6006	0,8069
Porto de Cabedelo	D	1	1	1	1	1	1

Porto de Imbituba	D	0,7748	0,7944	0,8898	0,8524	0,7519	0,8111
Porto de Porto Velho	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Santos	F	1	1	1	1	1	1
Porto de São Francisco do Sul	D	1	1	1	1	0,9795	0,9959
Porto de Suape	D	0,8700	1	0,9705	0,6871	1	0,8968
Porto do Itaquí	D	1	1	1	1	0,8588	0,9700

A Tabela 29 lista os portos considerados como de eficiência baixa (indicador de 0 a 0,33). Nesta faixa há 2 portos delegados, Porto do Recife e Porto de São Sebastião, sendo o último com o menor valor apurado; e o Porto de Vitória como porto concedido, e maior valor de eficiência dessa faixa.

Tabela 29

Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Baixa

DMU	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência média
Porto de São Sebastião	D	0,1427	0,1102	0,0874	0,0993	0,1110	0,1086
Porto de Vitória	C	0,3021	0,3763	0,3769	0,2848	0,2042	0,3015
Porto do Recife	D	0,1502	0,1785	0,19357	0,213405	0,2695	0,1972

A Tabela 30 apresenta os portos considerados como de eficiência média, contendo 3 portos, todos federais. Na Tabela 31 constam os resultados agregados, pela classificação do nível de eficiência e o ente administrador.

Tabela 30

Resultados na análise de eficiência financeira – Eficiência Média

DMU	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência média
Companhia Docas da Bahia	F	0,5439	0,4619	0,4874	0,5003	0,5154	0,5010
Companhia Docas do RN	F	0,5607	0,4680	0,5674	0,6430	0,6467	0,5733
Porto de Fortaleza	F	0,3125	0,4001	0,3829	0,3592	0,3278	0,3550

Tabela 31

Classificação portos x ente administrador

Eficiência	Federal		Administração Delegada		Concedida	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
Baixa	0		2	22,2%	1	100%
Média	3	50,0%				
Alta	3	50,0%	7	77,8%		
Total	6	100%	9	100%	1	100%

A análise das tabelas anteriores permite verificar que 77,8% dos portos delegados foram classificados com eficiência alta, enquanto apenas 50% dos portos federais foram classificados no mesmo nível. Dos 8 portos delegados, apenas um 2 foram classificados com baixa eficiência, o que sugere uma boa gestão financeira dos portos delegados. Em relação ao

Porto de Vitória, assim como na eficiência operacional, o porto foi classificado como de baixa eficiência.

Em relação ao índice de Malmquist, foi verificado se houve crescimento, estagnação ou declínio da produtividade dos fatores em relação aos 5 anos analisados, os resultados estão agregados na Tabela 32. Esses resultados referem-se a média geométrica dos índices de Malmquist apurados de 2019 a 2023. Os valores estão apresentados com 2 casas decimais. A tabela completa, com a evolução do índice de Malmquist ao longo do período estudado e a média geométrica estão no Apêndice APE1.

Tabela 32

Eficiência financeira dos portos – Índice de Malmquist

Índice de Malmquist	Federal		Delegado		Concedido		Total	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
>1	6	100%	4	44,5%	0		10	62,5%
=1	0		2	22,2%	0		2	12,5%
<1	0		3	33,3%	1	100%	4	25,0%
Total	6	-	9	-	1	-	16	-

Quando avaliado o índice de Malmquist, que reflete o ganho em produtividade, todos os portos federais obtiverem valores superiores a 1, quer dizer, ganharam produtividade ao longo do período estudado. Em relação aos portos delegados, houve um certo equilíbrio, 4 portos apresentaram ganho de produtividade, 3 portos apresentaram perda de produtividade, e 2 portos não apresentaram alteração de produtividade. O Porto de Vitória obteve um índice de Malmquist inferior a 1, indicando perda de produtividade no período analisado.

A última análise realizada foi o teste de *Mann-Whitney* com o intuito de avaliar se há diferença de eficiência financeira entre os portos federais e delegados que seja estatisticamente significativa. Os valores utilizados no teste foram a média aritmética da eficiência financeira obtida pelo método DEA-BCC de cada uma das DMUs. O Porto de Vitória foi desconsiderado nessa análise, por estar concedidos desde 2022. Foi considerado o nível de confiança de 95%, assim, $Z\alpha = 1,96$.

A hipótese testada foi a seguinte:

H_0 = não há diferença de eficiência portuária financeira em razão do ente que administra o porto.

E os valores encontrados no teste constam na Tabela 33.

Para esses dados, o valor de U crítico, obtido da Tabela U, é de 10. De acordo com o teste, deve-se avaliar se $U_{calculado} < U_{crítico}$. Caso isso aconteça, rejeita-se H_0 . O valor de $U_{calculado}$ é o menor dos valores de U calculado. Na presente situação, o valor de $U_{calculado}$

foi de 23, maior que o $U_{crítico}$, razão pela qual não rejeitamos H_0 e, por consequência, não temos evidências de que não há diferenças nas distribuições de eficiência dos grupos dos portos federais e delegados.

Tabela 33

Teste de Mann-Whitney – Eficiência operacional

Portos	Número	Soma dos postos	U
Federais	6	51	31
Delegados	9	69	23

Por fim, encontrou-se o valor de $Z_{calculado}$ de 0,4714, bem inferior ao valor de $Z_{crítico}$ de 1,96, razão pela qual não rejeitamos a hipótese H_0 . Em seguida, calculou-se o valor de p , obtendo-se como resultado o valor de 0,6373. Mais uma vez os valores obtidos levam à conclusão de que a hipótese H_0 não pode ser rejeitada. Assim, não há associação entre o ente federativo administrador e o nível de eficiência financeira dos portos.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo dos portos públicos brasileiros é um campo que carece de trabalhos que auxiliem a compreensão do setor bem como sugiram alternativas para melhoria do seu desempenho. Nesse sentido, o presente trabalho se propôs a calcular a eficiência operacional e financeira dos portos públicos organizados de 2019 a 2023 de modo a avaliar se o ente administrador dos portos influencia os valores dos índices de eficiência operacional e financeira. Além disso, foi apurado o índice de Malmquist, o qual permitiu avaliar a produtividade dos portos nesse mesmo período.

5.1 Eficiência operacional

A partir dos dados de infraestrutura, movimentação de carga e inverso do tempo atracado, por meio da análise DEA-BCC, foram obtidos os valores de eficiência operacional dos portos organizados, sendo 31 portos ao todo. Os portos delegados apresentaram maiores valores de eficiência operacional quando comparados aos portos de administração federal, por meio das Companhias Docas. No intervalo de eficiência alta os portos delegados representam 60%, no de eficiência média 50% e no de eficiência baixa 33,33%. Assim, foi possível verificar que os portos delegados obtiveram maiores valores de eficiência operacional quando comparados aos portos federais.

De acordo com os dados encontrados surge o questionamento acerca dos motivos que fazem com que os portos delegados apresentem valores maiores de eficiência operacional. A proximidade do ente administrador com o porto, como ocorre nas situações de delegação, pode ser um indicativo de maior interesse de eficiência nas operações, uma vez que a atuação dos portos traz impactos para toda a região de atuação. Assim, pode-se relacionar a delegação como uma situação de descentralização, em que os atores locais possuem mais poder, autoridade e responsabilidade (Motta, 1994). Com isso, há maior autonomia dos portos, afetando diretamente a gestão pública, o que pode ajudar na obtenção de maiores índices de eficiência.

Nesse sentido, o sistema portuário interfere nas condições incidentes sobre o transporte marítimo, influenciando toda a cadeia produtiva. Deste modo, a redução dos custos portuários dentro da cadeia logística e a melhoria da qualidade dos serviços prestados afetam o que pode ser chamado de “custo porto” (Uderman et al., 2012) e isso traz impactos à toda a região em que o porto está localizado, tanto que nas situações de delegação pode haver um

maior interesse e atuação dos estados e municípios quando comparado aos portos administrados pela União.

No entanto, o Porto de Santos, administrado por ente federal, se destaca como o porto que movimenta maior quantidade de carga e possui eficiência 1. Assim, sugere-se que as características particulares desse porto possibilitaram uma administração mais eficiente bem como uma maior atenção do ente federado que o administra em razão da relevância nacional comprovada pela quantidade de carga movimentada.

Em relação ao Porto de Vitória, este foi classificado como de baixa eficiência, porém tal fato não foi impeditivo para sua concessão, o que pode indicar que, outros fatores que tenham sido considerados pela companhia vencedora da concessão e que há outros aspectos relevantes para se avaliar no porto e embasar a decisão das entidades interessadas na concessão.

Em relação ao índice de Malmquist, mais da metade dos portos apresentaram valores maiores do que 1, o que indica que houve ganho de produtividade de 2019 a 2023. Assim, apesar de não ter sido encontrado e percebido, durante as pesquisas desse estudo, grandes mudanças ou investimentos nos portos no período analisado, o índice de Malmquist revela que houve ganho de produtividade para 54,8% dos portos estudados.

No entanto, se os portos com índice de Malmquist no intervalo de 0,98 a 1,02 forem agrupados, ter-se-á 11 portos com esse intervalo (35,48%), restando 14 portos com valores superiores a 1,02 (45,16%) e 6 portos com valores do índice de Malmquist inferiores a 0,98 (19,35%). De acordo com essa consideração, menos de 20% dos portos não tiveram ganho de produtividade no período analisado, cerca de 35% não tiveram alteração na produtividade e 45,16% melhoraram a produtividade.

Em relação aos valores apurados de eficiência, apesar de os portos federais terem obtidos menores valores de eficiência operacional, de acordo com o teste de *Mann-Whitney*, não há diferença significativa da eficiência operacional dos portos públicos federais. Assim, apesar das alocações na Tabela 19, não foi obtida diferença estatística que justifique a diferença da eficiência em razão da administração portuária.

É importante mencionar que a análise de eficiência pela Análise Envoltória de Dados produz resultados que são dependentes das variáveis utilizadas e dos portos participantes da amostra. Resultados diferentes podem ser obtidos caso as variáveis e os portos sejam alterados.

5.2 Eficiência financeira

A eficiência financeira foi calculada a partir das informações das demonstrações financeiras dos portos e/ou companhias docas de despesas operacionais e custos das atividades, movimentação de carga e quantidade de embarcações que passaram no porto. Ao todo foram 16 DMUs analisadas. Nenhum dos portos federais foi classificado como de baixa eficiência operacional, sendo que metade foi classificada como de média eficiência e a outra metade de alta eficiência. Em relação aos portos delegados, ocuparam os extremos da classificação, sendo 2 com eficiência baixa e 7 com eficiência alta. O Porto de Vitória, concedido, foi classificado como de baixa eficiência. Os portos com os maiores índices, ou seja, igual a 1, foram as Docas do Pará, do Rio de Janeiro, e Porto de Santos (federais), e Porto de Cabedelo e de Porto Velho, delegados. No outro extremo encontram-se os portos de São Sebastião, com 0,108, seguido pelo Porto do Recife, com 0,197. O Porto de Vitória, também nessa análise, foi classificado como de baixa eficiência.

Diferentemente do trabalho de Güner (2015), em que a eficiência dos portos marítimos privados foi superior à dos portos públicos, não se pode chegar a uma conclusão com os valores calculados no presente estudo. De acordo com o autor, as principais divergências de eficiência foram referentes à eficiência operacional e financeira, o que indica que os portos públicos utilizam mão de obra excessiva, além de realizarem mais despesas do que os portos privados.

Em relação aos custos dos portos, Aguero-Tobar, Gonzalez-Araya & Gonzalez-Ramírez (2022), relatam a importância de se conhecer os custos relacionados ao transporte marítimo. De acordo com alguns autores, esses custos podem ser atribuídos ao transporte em si, às operações dos terminais e relacionados às zonas de influência dos portos (*hinterlands*). O conhecimento dessa atribuição dos custos pode ser útil aos tomadores de decisão, de maneira a auxiliar a análise das políticas de investimento. No presente trabalho, foram consideradas as despesas operacionais e os custos de atividade como um todo, sem se avaliar de maneira mais detalhada como são compostos tais custos, tampouco houve comparação dos valores encontrados entre os diversos portos.

Quanto ao índice de Malmquist, todas as DMUs federais registraram ganho de produtividade no período analisado, sendo que o Porto de Santos obteve o maior índice, de 1,10 e a Companhia Docas do Rio Grande do Norte o menor, com 1,04. Em relação aos portos delegados, houve portos com ganho de produtividade, com perda de produtividade e com produtividade inalterada, o porto que apresentou maior ganho de produtividade foi o Porto de Suape, com 1,29, seguido pelo Porto do Recife, com 1,20. Os menores valores foram do Porto

de Porto Velho, com 0,96 seguido pelos portos de Cabedelo e São Sebastião, com 0,97. O índice do Porto de Vitória foi de 0,96.

O último teste foi o de *Mann-Whitney*, a partir dos valores apurados de eficiência com o método DEA-BCC. De acordo com o referido teste, não foi possível rejeitar a hipótese H_0 , assim, não há evidências de que não há diferença de eficiência financeira em razão do ente administrador do porto/Companhia Doca.

Ressalta-se, mais uma vez, que os valores obtidos no presente estudo são intrínsecos aos dados utilizados na pesquisa. Caso haja alteração nos portos participantes, variáveis utilizadas e período analisado, os resultados podem ser distintos dos encontrados nessa pesquisa.

5.3 Resultados gerais

Um dos fatores que deve ser considerado é que para o estudo da eficiência operacional a amostra foi maior do que para a análise da eficiência financeira, em razão da ausência das demonstrações financeiras de alguns portos delegados. Apesar de ampla busca nos sites de cada um dos portos, na internet, de maneira geral, e de contato por e-mail com os portos, não foi possível obter as demonstrações financeiras de 2019 a 2023 dos seguintes portos delegados: Porto de Paranaguá, Porto de Porto Alegre, Porto de Pelotas, Porto de Rio Grande, Porto de Itajaí e Porto de Santana. Tal fato, por si só, caracteriza maior transparência de informações dos portos federais, quando comparados com os portos delegados. Outro ponto que deve ser ponderado é que as informações financeiras das Companhias Docas são apresentadas de maneira consolidada, impossibilitando a comparação direta de cada porto. Assim, nas análises referentes à eficiência financeira, os valores utilizados para as DMUs, reportam, muitas vezes o total consolidado de vários portos.

Ao avaliar os resultados obtidos na eficiência operacional e financeira apenas os Portos de Santos e de Porto Velho obtiveram valor igual 1 em ambas as eficiências; e os Portos de Antonina, Paranaguá e São Francisco do Sul aparecem com eficiência alta nas duas análises. Dos portos citados apenas o Porto de Santos é um porto federal, sendo os demais portos delegados.

No outro extremo, quer dizer, os portos classificados com eficiência baixa, os três portos que foram apontados com eficiência financeira baixa também aparecem com eficiência operacional baixa, são eles: Porto de São Sebastião e Porto do Recife, delegados, e Porto de Vitória, concedido. Aqui vale uma reflexão acerca do Porto de Vitória, que foi concedido em 2022 e de acordo com as análises realizadas nesse trabalho foi classificado com eficiência

operacional e financeiras baixas. Tal fato sugere que as análises realizadas no presente trabalho talvez não sejam relevantes para as entidades que possuam interesse na concessão. É possível, também, que outros fatores são importantes por essas entidades, os quais não foram considerados nas análises DEA, e que essas empresas podem possuir interesses diversos na concessão, difíceis de serem mensurados e comparados, como localização geográfica e potencial de crescimento e desenvolvimento.

Um dos estudos que mediu a eficiência operacional dos portos brasileiros é o de Fontes e Mello (2006). Ao comparar os resultados obtidos por esses autores com os desse estudo foi possível verificar que os portos de Rio Grande, Santarém, Santos e o Terminal Salineiro de Areia Branca apresentaram valores elevados de eficiência nos dois trabalhos. Em relação ao Porto do Rio de Janeiro, os autores destacaram que o porto estava perdendo capacidade ao longo dos anos. No entanto, no presente estudo, apesar de o Porto do Rio de Janeiro ser considerado de eficiência baixa, seu índice de Malmquist foi superior a 1, indicando ganho de produtividade no período analisado.

A quantidade limitada de estudos sobre os portos brasileiros restringe as comparações com os dados deste trabalho. No entanto, continuar a pesquisa sobre as diferenças de eficiência em razão da gestão portuária com foco no ente que administra o porto, pode auxiliar a compreender os resultados obtidos no estudo. Como exemplo, tem-se o artigo de Tongzon e Heng (2005) que, ao analisar a privatização portuária, eficiência e competitividade elencou pontos que são mais benéficos para a operação portuária que devem ser realizados pela iniciativa privada e outros, pelo setor público.

De acordo com os valores apurados com o índice de Malmquist, os seguintes portos obtiveram ganho de produtividade tanto em relação à eficiência operacional quanto à eficiência financeira: Porto de Angra dos Reis, Porto de Ilhéus, Porto de Itaguaí, Porto de Salvador, Porto de Santarém, Porto de Santos, Porto de São Francisco do Sul, Porto de Vila do Conde, Porto do Itaqui e Porto do Rio de Janeiro. Já os Portos de Cabedelo e de Porto Velho tiveram perda de produtividade tanto em relação à eficiência operacional quanto financeira.

Por fim, apesar da identificação dos resultados da análise DEA-BCC em grupos, os testes de *Mann-Whitney* apontaram que tanto para a eficiência financeira quanto para a eficiência operacional não é possível rejeitar a hipótese nula de que não há diferença de eficiência entre os portos públicos em razão do ente que o administra, quer dizer entre portos federais e delegados.

Reitera-se que os resultados apresentados são inerentes a esse estudo específico, alterações de variáveis, DMUs e período podem apresentar resultados distintos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor portuário é relevante para a infraestrutura do país o que justifica estudos sobre ele. A identificação de diferença nos valores das eficiências legitima o uso de outras abordagens com o intuito de conhecer quais aspectos podem influenciar a eficiência portuária.

Ademais, a abordagem do presente estudo é inovadora ao focar não apenas na eficiência operacional, mas nos resultados de eficiência em razão do ente que realiza a administração portuária, ao ampliar o estudo pela avaliação da eficiência financeira e analisar dados em painel, o que contribuiu para um entendimento mais amplo da gestão dos portos públicos brasileiros.

O trabalho apresenta algumas limitações especialmente em relação aos seguintes aspectos: todas as DMUs foram analisadas da mesma maneira, sem levar em consideração seu porte e especificidades; outro ponto que não foi ponderado foi o tipo de carga movimentada em cada porto, optou-se por utilizar o peso total da carga movimentada. O intuito foi analisar, de maneira mais ampla possível, os portos públicos brasileiros, assim, a desconsideração de particularidades dos portos foi proposital, de modo a obter um panorama da população.

O presente trabalho constatou diferenças na eficiência operacional entre os portos federais e delegados, sendo que portos delegados apresentaram maiores valores de eficiência do que os portos federais. Em relação à eficiência financeira, 50% dos portos federais foram classificados com eficiência alta e 77,8% dos portos delegados estavam na mesma categoria.

Outra questão que merece destaque diz respeito aos valores encontrados para o Porto de Vitória. O objetivo da concessão foi modernizar a gestão portuária, atrair investimentos e melhorar a operação do setor, estando em consonância com os propósitos do Governo Federal de aumentar os investimentos em infraestrutura, atuando juntamente com o setor privado (Desestatização da Companhia Docas do Espírito Santo – CODESA, 2022). Sob essa perspectiva, há muito a ser feito, uma vez que o Porto de Vitória foi classificado como de baixa eficiência nas duas abordagens realizadas, operacional e financeira.

A ausência de diferença significativa estatisticamente não invalida o estudo, apenas não é comprovada a hipótese de diferença de eficiência em razão do ente que administra os portos, dadas as condições empregadas no trabalho.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a análise do volume de recursos investidos nas instalações portuárias, uma vez que aumento de investimento se relaciona com aumento de eficiência. A variação percentual da margem ebitda é outra variável que pode ser relevante para estudos posteriores. Outra questão que pode ser mudada relaciona-se as variáveis

de entrada e saída, a alteração dessas variáveis pode gerar resultados distintos, auxiliando o entendimento do setor. Avaliar se há algum padrão nos portos com eficiência alta e com eficiência baixa, para além de serem federais ou delegados é outra sugestão possível para pesquisas.

Gagno (2022) destaca o processo de evolução dos portos e melhoria de gestão, o que permite abordar a autonomia financeira dos portos bem como seu processo de investimentos. A autora cita os programas de dispêndios globais e o orçamento de investimentos, os quais devem ser elaborados anualmente pelos portos. Esses documentos podem ser objeto de avaliação em estudos futuros. Por fim a autora menciona que a concessão portuária pode ser interessante ao proporcionar mais eficiência à gestão dos portos públicos sem transferir completamente o ativo para o setor privado. Complementa com a fala sobre os investimentos previstos na concessão, os quais podem elevar os portos brasileiros às melhores práticas e tecnologias mundiais, viabilizando o desenvolvimento, gerando empregos e aprimoramento de toda a cadeia logística brasileira.

Outro aspecto que pode ser alterado para pesquisas futuras refere-se ao método utilizado, uma das sugestões é a utilização do DEA-*bootstrap*, método semiparamétrico que permite fazer análises estatísticas e é mais popular atualmente; outra sugestão é utilizar a análise da fronteira estocástica. A comparação dos resultados dos diferentes métodos também é válida.

Sugere-se também a identificação de práticas dos portos que obtiveram índices mais altos de eficiência, de modo a orientar a troca de experiências e auxiliar o desenvolvimento dos portos com índices mais baixos.

Assim, com o presente estudo procurou-se auxiliar a compreensão de uma das áreas de infraestrutura tão relevantes para o país, com informações que auxiliem a comparação dos terminais portuários, além de trazer reflexões sobre a concessão portuária.

REFERÊNCIAS

- Administração do Porto de Maceió -APMC. (n.d.). Recuperado em 6 de fevereiro de 2024, de https://www.portodemaceio.com.br/portal/phocadownload/acoes_e_programas/pdz/rel_pdz_analise_funcional.pdf
- Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina. (n.d.) Dados Gerais. Recuperado em 14 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Operacional/Pagina/Dados-Gerais>
- Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina. (2024). Quem somos. Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Pagina/Quem-somos>
- Agência Nacional de Transporte Aquaviário - ANTAQ. Manual do usuário externo do sistema SDP. Brasília. Recuperado em 14 de setembro de 2021, de http://web.antaq.gov.br/Portal/DesempenhoPortuario/SDP_Manual.pdf
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). (2024). Estatístico Aquaviário. Recuperado em 8 de março de 2024, de <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movport.html#pt>
- Agüero-Tobar, M. A., González-Araya, M. C., & González-Ramírez, R. G. (2022). Assessment of maritime operations efficiency and its economic impact based on data envelopment analysis: A case study of Chilean ports. *Research in Transportation Business & Management*, 100821. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100821>
- Almeida, M. R. (2010). *A eficiência dos investimentos do Programa de Inovação Tecnológica em Pequena Empresa (PIPE): uma integração da análise envoltória de dados e Índice Malmquist*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. doi:10.11606/T.18.2010.tde-26112010-144241. Recuperado em 8 de agosto de 2024, de www.teses.usp.br
- Balança Comercial. Comércio exterior brasileiro bate recordes e fecha 2023 com saldo de US\$ 98,8 bi. (2024). Ministério Do Desenvolvimento, Indústria, Comércio E Serviços. Recuperado em 12 de janeiro de 2024, de <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/comercio-exterior-brasileiro-bate-recordes-e-fecha-2023-com-saldo-de-us-98-8-bi>

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES. 10 de agosto de 2018. *A cabotagem no Brasil*. Brasília. Recuperado em 23 de outubro de 2021, de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/cabotagem>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Barbara T.H. Yen, Ming-Jiu Huang, Hsin-Ju Lai, Hung-Hsuan Cho, Yi-Ling Huang, How smart port design influences port efficiency – A DEA-Tobit approach, *Research in Transportation Business & Management*, Volume 46, 2023, 100862, ISSN 2210-5395, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100862>.
- BNDES Hub de Projetos. (n.d.). Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Recuperado em 27 de janeiro de 2024, de <https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/setores/Portos>
- Booz & Company. (2012). *Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro*. São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bracarense, L. dos S. F. P., Vitoi, C. A. A., & Shimoishi, J. M. (2018). A concessão de portos no Brasil frente ao panorama internacional das concessões de infraestrutura de transportes: influências da Lei nº 12.815/2013. *Planejamento e Políticas Públicas*, (50). Recuperado em 7 de outubro de 2021, de [//www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/876](http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/876)
- BR do Mar: sancionada lei que institui programa de incentivo à cabotagem no Brasil. (2022). Ministério Dos Transportes. Recuperado em 10 de janeiro de 2023, de <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2022/01/br-do-mar-sancionada-lei-que-institui-programa-de-incentivo-a-cabotagem-no-brasil>
- Carvalho, M. A. (2023) *Navegação de Cabotagem para o Transporte de Cargas: história, desafios, regulação e futuro*. Monografia (Especialização em Controle da Desestatização e da Regulação) – Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do Tribunal de Contas da União, Brasília DF.

- Castro, M. B; Cunha, D.A; Bertussi, G.L. & Andrade, M. (2019) A efetividade das concessões de aeroportos no Brasil. *First International Conference of the Third Sector: Management and Accounting Issues*, Brasília, DF, Brasil.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Chen, Y., & Iqbal Ali, A. (2004). DEA Malmquist productivity measure: New insights with an application to computer industry. *European Journal of Operational Research*, 159(1), 239–249. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00406-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00406-5)
- Codeba - Companhia das Docas do Estado da Bahia. (2024). Recuperado em 6 de fevereiro de 2024, de https://www.codeba.gov.br/eficiente/sites/portalcodoba/pt-br/porto_ilheus.php?secao=porto_ilheus_infra_estrutura
- Codern. (n.d.). Codern. Recuperado em 11 de fevereiro de 2024, de <https://www.codern.com.br/#nav-areiabranca-tab>
- Comap (Companhia Municipal de Administração Portuária) (2024). Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de <https://www.arraialdocabo.com.br/porto-do-forno-arraial-do-cabo/comap-companhia-municipal-de-administracao-portuaria.htm>
- Companhia Docas São Sebastião. O Porto. (n.d.). Recuperado em 14 de fevereiro de 2024, de <https://portoss.sp.gov.br/home/infraestrutura-portuaria/oporto/>
- Complexo Portuário de Porto Alegre. (n.d.). Plano Mestre. Recuperado em 15 de fevereiro de 2024, de https://www.portosrs.com.br/site/public/documents/_arquivos_arquivo_2000.pdf
- Confederação Nacional da Indústria (2016). *As barreiras da burocracia: o setor portuário*. Confederação Nacional da Indústria. Brasília – DF.
- Confederação Nacional do Transporte - CNT. *Boletins Técnicos CNT - Boletim unificado* (Dezembro de 2020), Brasília, DF, Recuperado em 17 de outubro de 2021, de <https://www.cnt.org.br/boletins>
- Conheça o Porto. (n.d.). Porto de Fortaleza. Recuperado em 11 de fevereiro de 2024, de <https://www.docasdoceara.com.br/conheca-o-porto>

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. (1988) Brasília. 1988. Recuperado em 27 de janeiro de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Cullinane, K., Song, D. W., Ji, P., & Wang, T. F. (2004). An application of DEA windows analysis to container port production efficiency. *Review of network Economics*, 3(2).

Cullinane, K. P. B. & Song, D. W. (2006). Estimating the Relative Efficiency of European Container Ports: A Stochastic Frontier Analysis, *Research in Transportation Economics*, Elsevier, vol. 16(1), páginas 85-115, janeiro.

Cullinane, K. P. B., & Wang, T.-F. (2006). The efficiency of European container ports: A cross-sectional data envelopment analysis. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 9(1), 19–31. <https://doi.org/10.1080/13675560500322417>

Decreto nº 2.184, de 24 de março de 1997. Regulamenta o art. 2º da Lei nº 9.277, de 10 de maio de 1996, que autoriza a União a delegar aos Municípios ou Estados da Federação a exploração dos portos federais. Brasília. 1997. Recuperado em 15 de Agosto de 2024, de https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/////decreto/D2184.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%202.184%2C%20DE%2024%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%201997.&text=Regulamenta%20o%20art.,a%20explora%C3%A7%C3%A3o%20dos%20portos%20federais.

Decreto nº 6.620, de 29 de outubro de 2008. Dispõe sobre políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e terminais portuários de competência da Secretaria Especial de Portos da Presidência da República, disciplina a concessão de portos, o arrendamento e a autorização de instalações portuárias marítimas, e dá outras providências. Brasília. 2008. Recuperado em 05 de janeiro de 2024, de <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2008/decreto-6620-29-outubro-2008-582818-norma-pe.html>

Decreto n. 8.033, de 27 de junho de 2013. Regulamenta o disposto na Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, e as demais disposições legais que regulam a exploração de portos organizados e de instalações portuárias. Recuperado em 9 de outubro de 2021, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8033.htm

Decreto-Lei nº 6.460, de 2 de maio de 1944. Regula a construção e a exploração de instalações portuárias rudimentares. Recuperado em 15 de agosto de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del6460.htm

- Desestatização da Companhia Docas do Espírito Santo – CODESA (2022). BNDES. Recuperado em 27 de janeiro de 2024, de <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/desestatizacao/processos-encerrados/desestatizacao-da-companhia-docas-do-espírito-santo-codesa>
- Ducret, C., Itoh, H., Merk, O. (2014) Time Efficiency at World Container Ports, International Transport Forum Discussion Papers 2014/8, OECD Publishing. DOI: 10.1787/5jrw2z46t56l-en
- Falcão, V. A., & Correia, A. R. (2012). Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros. *Journal of Transport Literature*, 6(4), 133–146.
- Fontes, O. H. P. M., & Mello, J. C. C. B. S. (2006). Avaliação da eficiência portuária através de uma modelagem DEA. SPOLM 2006. Rio de Janeiro.
- Fundação Getúlio Vargas. *20 anos de concessões em infraestrutura no Brasil*. Rio de Janeiro: FGV, 2017. 205 p. *Lei n. 12.815, de 5 de junho de 2013 (2013)*. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis n°s 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis n°s 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis n°s 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências. Recuperado em 9 de outubro de 2021. De http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112815.htm
- Gagno, M.M.P.C. (2022). Revisão do modelo de governança dos Portos Públicos Brasileiros. Uma análise do que mudou nos últimos anos. Dissertação (Master em Logística e Gestão Portuária), Universitat Politècnica de València, Brasília, Brasil.
- Gomes, C.F.S., Santos, J.P.C., & Costa, H.G. (2013). Eficiência operacional dos portos brasileiros: fatores relevantes - estudo de caso. *Sistemas & Gestão*, 8, 118–128. <https://doi.org/10.7177/sg.2013.v8.n2.a2>
- Güner, S. (2015). Investigating infrastructure, superstructure, operating and financial efficiency in the management of Turkish seaports using data envelopment analysis. *Transport Policy*, 40, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.02.006>

- IPEA Data (n.d.) IGP- DI índice geral. Recuperado em 16 de setembro de 2024, de <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>
- International Transport Forum (2015). About ITF. ITF. Recuperado em 25 de dezembro de 2023, de <https://www.itf-oecd.org/about-itf>
- Lei nº 6.222 de 10 de julho de 1975 (1975). Autoriza o Poder Executivo a constituir a empresa pública denominada Empresa de Portos do Brasil S.A. PORTOBRÁS, dispõe sobre a extinção do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis - DNPVN e dá outras providências. Recuperado em 12 de janeiro de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1970-1979/L6222.htm
- Lei nº 9.277, de 10 de maio de 1996. (1996). Autoriza a União a delegar aos municípios, estados da Federação e ao Distrito Federal a administração e exploração de rodovias e portos federais. Recuperado em 28 de janeiro de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9277.htm
- Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016. (2016). Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Recuperado em 26 de Agosto de 2024, de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113303.htm
- Liu, Q. (2010). Efficiency analysis of container ports and terminals. Tese (Doutorado em Filosofia), University College London, Londres, Inglaterra.
- Liu, F. H. F., & Wang, P. H. (2008). DEA Malmquist productivity measure: Taiwanese semiconductor companies. *International Journal of Production Economics*, 112(1), 367-379.
- MacFarland, T. W., & Yates, J. M. (2016). Mann–Whitney U test. *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*, 103–132. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30634-6_4
- McKnight, P. E., & Najab, J. (2010). Mann-Whitney U Test. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0524>
- Melo, A. K. A., Vasco, A. C., & Reis, B. S. (2022). Desempenho portuário brasileiro frente a portos internacionais: análise comparativa a partir de indicadores. *Evidência Express ENAP*.

- Millan P.C., Pino J.B. & Alvarez A.R. (2000) Economic efficiency in Spanish ports: some empirical evidence, *Maritime Policy & Management*, 27:2, 169-174, DOI: 10.1080/030888300286581
- Ministério da Infraestrutura. Histórico - Sistema Portuário Brasileiro. (2015). Brasília. Recuperado em 16 de agosto de 2024, de <https://codomar.gov.br/estudos-e-pesquisas/90-portos-p%C3%A1gina-inicial/5504-hist%C3%B3rico-sistema-portu%C3%A1rio-brasileiro.html>
- Ministério da Infraestrutura. Sistema Portuário Nacional. (2020). Brasília. Recuperado em 15 de outubro de 2021, de <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>
- Ministério da Infraestrutura. Áreas passíveis de arrendamento definidas pela Portaria SEP/PR 15. (2015). Brasília. Recuperado em 15 de outubro de 2021, de <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/arrendamentos/areas-passiveis-de-arrendamento-definidas-pela-portaria-sep-pr-15>
- Ministério de Portos e Aeroportos. (n.d.). Plano de desenvolvimento e zoneamento do porto do rio grande novembro de 2023 governo do estado do rio grande do sul portos rs - autoridade portuária dos portos do rio grande do sul. Recuperado em 15 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/zoneamento/10.pdf>
- Ministério dos Transportes. Institucional. (2013). Brasília. Recuperado em 17 de agosto de 2024, de <https://www.gov.br/transportes/pt-br/aceso-a-informacao/lei-de-aceso-a-informacao/institucional>
- Ministério dos Transportes. Secretaria de Política Nacional de Transportes -SPNT/MT Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNLT Relatório Final (2012). (n.d.). Recuperado em 14 de agosto de 2024, de <https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/pnlt-2011.pdf>
- Ministério dos Transportes. Governo Federal assina convênio de delegação do Porto de Manaus. (31 de julho de 2019). Recuperado em 15 de fevereiro de 2024, <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/governo-federal-assina-convenio-de-delegacao-do-porto-de-manaus>

- Moschovou T.P., & Kapetanakis D. (2023) A Study of the Efficiency of Mediterranean Container Ports: A Data Envelopment Analysis Approach. *CivilEng.* 4(3):726-739. <https://doi.org/10.3390/civileng4030041>
- Motta, P. R. (1994). Participação e descentralização administrativa: lições de experiências brasileiras. *Revista De Administração Pública*, 28(3), 174 a 194. Recuperado em 10 de junho de 2024, de <https://periodicos.fgv.br/rap/article/view/8601>
- Nachar, N. (2008). The Mann-Whitney U: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in quantitative Methods for Psychology*, 4(1), 13-20.
- Nguyen H.O., Nguyen H.V., Chang Y.T., Chin A.T.H. & Tongzon J.(2016) Measuring port efficiency using bootstrapped DEA: the case of Vietnamese ports, *Maritime Policy & Management*, 43:5, 644-659, DOI: 10.1080/03088839.2015.1107922
- Painel CNT do Transporte - Aquaviário. (n.d.). Confederação Nacional do Transporte. Recuperado em 26 de janeiro de 2024, de <https://www.cnt.org.br/painel-cnt-transporte-aquaviario>
- Peña, C. R. (2008). Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). *Revista de Administração Contemporânea*, 12(1), 83–106. <https://doi.org/10.1590/s1415-65552008000100005>
- Pereira, G. G. (2010) Avaliação de desempenho das empresas estatais federais: Indicadores para as Companhias Docas (Especialização em orçamento público). Instituto Serzedello Corrêa – ISC/TCU, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá -2021. (n.d.). Recuperado em 14 de fevereiro de 2024, de <https://www.documentador.pr.gov.br/documentador/pub.do?action=d&uuid=@gtf-escriba-appa@f5f0e399-a186-4586-a4a8-59c1229e2d04&emPg=true>
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento -Porto de Santarém PDZ -Complexo Portuário do Pará -CPPA. (n.d.). Recuperado em 11 de fevereiro de 202, de <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/planejamento-integrado-de-transportes/politica-e-planejamento/arquivos-pdz/pdz28alteradopelaPortaria2.420.pdf>

Portal da Indústria. Infraestrutura - O que é, quais os tipos, seus desafios e prioridades. Brasília. Recuperado em 23 de outubro de 2021, de <http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/infraestrutura/>

Porto de Angra dos Reis - Características | PortosRio. (2023). Recuperado em 6 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosrio.gov.br/pt-br/portos/porto-de-angra-dos-reis/caracteristicas>

Porto de Barcarena/Vila do Conde (PA) - Portal Embrapa. (n.d.). Recuperado em 11 de fevereiro de 2024, de https://www.embrapa.br/macrologistica/exportacao/porto_vila-do-conde#:~:text=O%20porto%20disp%C3%B5e%20de%20

Porto de Cabedelo - História (n.d.). Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de <https://portodecabedelo.pb.gov.br/historia/>

Porto de Cabedelo. Quem somos? (2016). Recuperado em 13 de fevereiro de 2024, de <https://portodecabedelo.pb.gov.br/quem-somos>

Porto de Imbituba. Infraestrutura portuária. (n.d.). Recuperado em 13 de fevereiro de 2024, de <https://portodeimbituba.com.br/infraestrutura/>

Porto de Itajaí. História. (2019). Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de <https://www.portoitajai.com.br/historia>

Porto de Itaguaí - Características | PortosRio. (2022). Recuperado em 6 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosrio.gov.br/pt-br/portos/porto-de-itaguai/caracteristicas>

Porto de Itajaí. Infraestrutura. (n.d.) Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de <https://www.portoitajai.com.br/infraestrutura>

Porto de Porto Velho. (2014). Plano de modernização e revitalização do porto organizado de Porto Velho -RO. Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de <https://rondonia.ro.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/PLANO-DE-MODERNIZA%C3%87%C3%83O-E-REVITALIZA%C3%87%C3%83O-DO-PORTO-ORGANIZADO-DE-PORTO-VELHO-RO.pdf>

Porto de Santana. Ouvidoria. (2021). Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de <https://www.docasdesantana.com.br/index.php/o-porto>

Porto de Santarém - Portal CDP. (2024). Portal CDP. Recuperado em 11 de fevereiro de 2024, de <https://www.cdp.com.br/porto-de-santarem/#>

- Porto de São Francisco do Sul. SC-Parcerias S/A. (2020). Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de https://www.scpa.sc.gov.br/?post_type=companies&p=2408
- Porto de São Sebastião. Histórico do Porto de São Sebastião. (n.d.). Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de <https://portoss.sp.gov.br/wp-content/uploads/Documentos/Institucional/Constitui%C3%A7%C3%A3o%20da%20Companhia/Hist%C3%B3rico%20do%20Porto.pdf>
- Porto de Suape. Histórico. (2012). Recuperado em 18 de fevereiro de <https://www.suape.pe.gov.br/pt/institucional/historico-de-suape>
- Porto de Suape. Suape – LAI – Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. (n.d.). Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de <https://www.lai.pe.gov.br/suape/>
- Porto do Itaqui. Portal da Embrapa. (n.d.). Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de https://www.embrapa.br/macrologistica/exportacao/porto_sao_luis
- Portos do Paraná. Quem somos. Administração Dos Portos de Paranaguá E Antonina. (2024). Recuperado em 12 de fevereiro de 2024, de <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Pagina/Quem-somos>
- Porto do Recife. (n.d.) História do Porto do Recife S.A. Recuperado em 13 de fevereiro de 2024, de <https://www.portodorecife.pe.gov.br/historia.php>
- Portos RS. (2019). Histórico. Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de https://www.portosrs.com.br/site/comunidade_portuaria/rio_grande/historico
- Portos RS. (2021). Contratos. Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de https://www.portosrs.com.br/site/estrutural/autoridade_portuaria/contratos/20
- Porto Paranaguá. Portal Embrapa. (n.d.). Recuperado em 18 de fevereiro de 2024, de https://www.embrapa.br/macrologistica/exportacao/porto_paranagua
- Prefeitura de Laguna. (2019). Estadualização do terminal pesqueiro de Laguna avança. Recuperado em 17 de fevereiro de 2024, de <https://laguna.sc.gov.br/noticia-549335/>
- Ribeiro, K. M., Fioravanti, R. D., & Cruvinel, R. R. S. (2018). *Concessões de Infraestruturas de Transportes no Brasil*. Nota Técnica nº IDB-TN-1532. Divisão de Transportes/TSP.
- Rocha, C. H. & Campos, N. S. (2015) Concessão de portos e governança portuária no Brasil. XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet, Ouro Preto, MG, Brasil, 10.

- Salgado, S. R. (2017). *Concessões rodoviárias federais: análise da eficiência das concessionárias e da evidenciação do ativo de infraestrutura*. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Santiago, J.I.P., Orive, A.C., & Cancelas, N.G. (2021). DEA-Bootstrapping Analysis for Different Models of Spanish Port Governance. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(1), 30. <https://doi.org/10.3390/jmse9010030>
- Santiago, J.I.P., Orive, A.C., Roperro, A.G., Cancelas, N.G. & Cabrero, J.V.. (2023). Análisis dea-bootstrapping modelo de eficiencia financiera del sistema portuario español. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 31. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052023000100230>
- Santos Port Authority. (n.d.). Recuperado em 6 de fevereiro de 2024, de <https://www.portodesantos.com.br/conheca-o-porto/infraestrutura-portuaria/>
- Senado Federal. Senado Notícias, 26 de março de 2021. *BR do Mar pode expandir setor de navegação de cabotagem no Brasil*. Brasília. Recuperado em 19 de outubro de 2021, de <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2021/03/26/br-do-mar-pode-expandir-setor-de-na-vegacao-de-cabotagem-no-brasil>
- Silva, F. G. F. da, Martins, F. G. D., Rocha, C. H., & Araújo, C. E. F. (2011). Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros. *TRANSPORTES*, 19(1), 5–12. <https://doi.org/10.14295/transportes.v19i1.480>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2011). Performance of the bootstrap for DEA estimators and iterating the principle. *Handbook on data envelopment analysis*, 241-271.
- Sistema Portuário Nacional. (2023). Portos E Aeroportos. Recuperado em 10 de janeiro de 2023, de <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>
- Sociedade de Portos e Hidrovias do Estado de Rondônia. Plano de modernização e revitalização do porto organizado de Porto Velho -RO. Recuperado em 15 de fevereiro de 2024, de <https://rondonia.ro.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/PLANO-DE-MODERNIZA%C3%87%C3%83O-E-REVITALIZA%C3%87%C3%83O-DO-PORTO-ORGANIZADO-DE-PORTO-VELHO-RO.pdf>

- Sousa, J. N. C. D., Jr., Nobre Júnior, E. F., Jr. Prata, B. D. A., & Mello, J. C. C. B. S. D. (2013). Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. *Journal of Transport Literature*, 7, 75-106.
- Sousa, M.A., Silveira Júnior, A. & Rodrigues, E.C.C. (2022). Análise dos modelos jurídicos de delegação de gestão de portos a Estados e Municípios. *Editora Conhecimento Livre EBooks*. <https://doi.org/10.37423/220105244>
- Tongzon, J. (2001). Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, vol. 35(2), páginas 107-122, fevereiro
- Tongzon, J. & Heng, W. (2005). "Port privatization, efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container port (terminals)," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, vol. 39(5), pages 405-424, June.
- Uderman, S., Rocha, C. H. & Cavalcante, L. R. (2012) Modernização do sistema portuário no Brasil: uma proposta metodológica. *Journal of Transport Literature*, 6 (1), 221-240.
- Unctad. (2023). Unctadstat - Maritime profile: Brazil. UNCTADstat. Recuperado em 28 de dezembro de 2023, de <https://unctadstat.unctad.org/CountryProfile/MaritimeProfile/en-GB/076/index.html>
- Yen, B. T. H., Huang, M. J., Lai, H. J., Cho, H. H., & Huang, Y. L. (Accepted/In press). How smart port design influences port efficiency – A DEA-Tobit approach. *Research in Transportation Business and Management*, Article 100862. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100862>

**APÊNDICE A1 – INFORMAÇÕES SOBRE OS ITENS QUE COMPÕEM AS
DESPESAS OPERACIONAIS DOS PORTOS**

Tabela APA1*Informações sobre os itens que compõem as despesas operacionais dos portos*

Porto/ Companhia Doca	Despesas operacionais	Observações
Codeba	Pessoal e encargos, gerais e administrativas, depreciação e amortização, compra de materiais, demais despesas operacionais	
CDC	Salários e encargos, serviços prestados PF e PJ, despesas com materiais, despesas gerais	Depreciação e amortização: estão contidas em despesas gerais
CDP	Despesas com pessoal, serviços de terceiros, utilidades, depreciação e amortização, despesas gerais	Excluídas das provisões para contingências. Em 2019, há no valor total provisões para contingências, no entanto, tal valor não está discriminado nas demonstrações financeiras
CDRJ	Despesas gerais e administrativas, depreciação, provisões contábeis líquidas, outras receitas operacionais, outras despesas operacionais	Excluídas as receitas operacionais
Codeba	Pessoal e encargos, gerais e administrativas, depreciação e amortização, compra de materiais, demais despesas operacionais	
Codern	Despesas administrativas e gerais, despesas para créditos de liquidação duvidosa, despesas tributárias, (provisões)/reversões para passivos contingentes, perdas pela não recuperabilidade de ativos, outras (despesas)/receitas operacionais	Excluídas receitas operacionais e perdas pela não recuperabilidade do ativo
Codesa	Despesas administrativas, despesas tributárias, outras receitas/despesas operacionais	Excluídas as outras receitas operacionais
Porto de Santos	Despesas administrativas e gerais: pessoal, encargos do trabalho e benefícios, encargos sociais, serviços de terceiros, aluguéis, utilidades e serviços e materiais, impostos, taxas e contribuições, demandas judiciais, órgãos colegiados, outras. Outras despesas operacionais	

Porto de Imbituba	Despesas com pessoal, despesas gerais e administrativas, outras despesas, outras receitas e créditos tributários	Excluídas as outras receitas e créditos tributários
Porto de São Francisco do Sul	Despesas com funcionários, despesas adm. Gerais, outras despesas	
Porto do Itaqui	Pessoal/encargos e benefícios, despesas gerais, materiais, serviços essenciais, provisão para contingências, depreciação e amortização	
Porto de Cabedelo	Materiais, serviços de terceiros, pessoal e administradores, depreciações, outros custos e despesas	
Porto do Recife	Pessoal e encargos, consumo de materiais, serviços de terceiros, impostos e taxas, depreciação, demais despesas gerais, outras receitas/despesas (créditos tributários, provisão para contingências, outras receitas, outras despesas)	Excluídos créditos tributários e outras receitas
Porto de São Sebastião	Pessoal e encargos, utilidades, serviços de terceiros, depreciações/amortizações, despesas com ocupação, cessão de pessoal, taxas e contribuições, provisão para contingências	
Porto de Antonina Porto de Paranaguá	Despesas com pessoal adm, serviços de terceiros e utilidades, despesas gerais, depreciação, amortização, despesas PCLD, outras despesas operacionais, outras receitas/despesas não recorrentes	Excluídas as outras receitas não recorrentes
Porto de Pelotas Porto de Porto Alegre Porto de Rio Grande	Outros custos: processos regulatórios, mensalidades associativas, impostos e taxas diversas, multas e trânsito, despesas com patrocínio, processos judiciais, publicação de licitação, outros custos, provisão para contingências, provisão ressarcimentos cedidos	
Porto de Porto Velho	Despesa com pessoal administrativo, serviços de terceiros, material administrativo, despesas gerais, outras despesas operacionais,	

	depreciação e amortização, despesas PCLD	
Porto de Suape	Material, serviços de terceiros, alugueis, tributárias, indenizações, patrocínios, gerais e outras, receitas/despesas de outras atividades	Excluídas as receitas de outras atividades

**APÊNDICE B1 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA OPERACIONAL -
DEA**

Tabela APB1*Resultados da análise de eficiência operacional – DEA-BCC*

DMU	Condição	2019	2020	2021	2022	2023	Eficiência Média
Porto de Angra dos Reis	F	0.1049	0.9147	0.1721	0.2936	0.4723	0.2964
Porto de Antonina	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Aratu - Candeias	F	0.2872	0.2933	0.3303	0.3024	0.2865	0.2995
Porto de Belém	F	0.3695	0.5332	0.4487	0.4501	0.3483	0.4249
Porto de Cabedelo	D	0.1532	0.1679	0.1815	0.1584	0.1765	0.1672
Porto de Fortaleza	F	0.1959	0.2297	0.2267	0.2144	0.2166	0.2163
Porto de Ilhéus	F	0.0666	0.0900	0.1053	0.1152	0.1500	0.1018
Porto de Imbituba	D	0.3896	0.3846	0.4009	0.4204	0.4240	0.4036
Porto de Itaguaí	F	1	1	1	1	1	1
Porto de Itajaí	D	0.6419	0.6762	0.5975	0.5263	0.4864	0.5813
Porto de Maceió	F	0.1657	0.1727	0.1822	0.1615	0.1839	0.1730
Porto de Natal	F	0.1166	0.1344	0.1723	0.1536	0.1425	0.1427
Porto de Niterói	F	0.4373	0.3377	0.2362	0.3445	0.3006	0.3248
Porto de Paranaguá	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Pelotas	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Porto Alegre	D	0.1929	0.1949	0.2806	0.2390	0.2397	0.2271
Porto de Porto Velho	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Rio Grande	D	1	1	1	1	0.9838	0.9967
Porto de Salvador	F	0.3598	0.4117	0.4355	0.3779	0.4999	0.4142
Porto de Santana	D	0.3135	0.3433	0.3306	0.3371	0.4795	0.3564
Porto de Santarém	F	0.7579	0.8355	0.5806	0.6981	0.7908	0.7269
Porto de Santos	F	1	1	1	1	1	1
Porto de São Francisco do Sul	D	0.7343	0.7433	0.7556	0.7267	0.8915	0.7680
Porto de São Sebastião	D	0.0947	0.1270	0.1365	0.1310	0.2018	0.1341
Porto de Suape	D	0.7159	0.7241	0.5928	0.6497	0.6213	0.6587
Porto de Vila do Conde (Barcarena)	F	0.3470	0.3727	0.3580	0.3998	0.3824	0.3715
Porto de Vitória	C	0.2605	0.2923	0.3067	0.2918	0.2861	0.2871
Porto do Itaqui	D	0.5977	0.5771	0.6275	0.6904	0.6762	0.6323
Porto do Recife	F	0.0763	0.0851	0.0797	0.0876	0.0949	0.0845
Porto do Rio de Janeiro	F	0.2522	0.2899	0.2840	0.2934	0.3438	0.2912
Terminal Salineiro de Areia Branca	F	1	1	1	1	1	1
Média geométrica		0.3741	0.4275	0.4029	0.4118	0.4388	0.4104

**APÊNDICE C1 – RESULTADOS DO ÍNDICE DE MALMQUIST – EFICIÊNCIA
OPERACIONAL**

Tabela APC1*Resultados do índice de Malmquist – eficiência operacional*

DMU	Condição	Índice de Malmquist				Média geométrica
		2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	
Porto de Angra dos Reis	F	7,68	0,18	1,77	1,43	1,36
Porto de Antonina	D	1,07	1,27	0,92	1,17	1,10
Porto de Aratu - Candeias	F	0,98	1,14	0,94	0,95	1,00
Porto de Belém	F	1,12	0,76	1,11	0,75	0,92
Porto de Cabedelo	D	0,95	1,03	0,93	1,01	0,98
Porto de Fortaleza	F	1,10	0,97	0,99	0,94	1,00
Porto de Ilhéus	F	1,20	1,17	1,12	1,19	1,17
Porto de Imbituba	D	1,02	1,17	1,04	1,08	1,08
Porto de Itaguaí	F	1,05	1,11	0,97	1,10	1,06
Porto de Itajaí	D	1,03	0,97	0,89	0,82	0,92
Porto de Maceió	F	0,88	0,99	0,96	1,05	0,97
Porto de Natal	F	1,01	1,24	0,94	0,82	0,99
Porto de Niterói	F	0,64	0,62	1,57	0,79	0,84
Porto de Paranaguá	D	1,07	0,99	1,01	1,12	1,04
Porto de Pelotas	D	1,01	1,01	0,92	1,07	1,00
Porto de Porto Alegre	D	0,97	1,33	0,86	0,99	1,02
Porto de Porto Velho	D	0,59	0,95	1,24	0,74	0,85
Porto de Rio Grande	D	0,96	1,11	0,88	1,06	1,00
Porto de Salvador	F	1,01	1,00	0,92	1,14	1,01
Porto de Santana	D	0,98	1,02	1,01	1,48	1,11
Porto de Santarém	F	1,14	0,76	1,20	1,18	1,05
Porto de Santos	F	1,07	0,99	1,10	1,07	1,05
Porto de São Francisco do Sul	D	1,06	1,14	0,94	1,33	1,11
Porto de São Sebastião	D	1,17	1,08	1,00	1,44	1,16
Porto de Suape	D	1,07	0,88	1,08	0,99	1,00
Porto de Vila do Conde (Barcarena)	F	1,10	1,03	1,09	1,00	1,05
Porto de Vitória	C	1,04	1,05	0,99	0,95	1,01
Porto do Itaqui	D	1,00	1,19	1,06	1,07	1,08
Porto do Recife	D	0,94	0,87	1,24	0,95	0,99
Porto do Rio de Janeiro	F	1,06	0,94	1,09	1,06	1,04
Terminal Salineiro de Areia Branca	F	0,87	1,04	1,04	0,86	0,95
Média Geométrica		1,06	0,96	1,04	1,04	1,02

**APÊNDICE D1 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA
FINANCEIRA – DEA**

Tabela APD1*Resultados da análise de eficiência financeira – DEA-BCC*

DMU	Condição	Índice de Malmquist					Eficiência média
		2019	2020	2021	2022	2023	
Companhia Docas da Bahia	F	0,5439	0,4619	0,4874	0,5003	0,5154	0,5010
Companhia Docas do Pará	F	1	1	1	1	1	1
Companhia Docas do RJ	F	1	1	1	1	1	1
Companhia Docas do RN	F	0,5607	0,4680	0,5674	0,6430	0,6467	0,5733
Porto de Antonina e Paranaguá	D	0,9830	0,8446	0,8982	0,7636	0,6006	0,8069
Porto de Cabedelo	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Fortaleza	F	0,3125	0,4001	0,3829	0,3592	0,3278	0,3550
Porto de Imbituba	D	0,7748	0,7944	0,8898	0,8524	0,7519	0,8111
Porto de Porto Velho	D	1	1	1	1	1	1
Porto de Santos	F	1	1	1	1	1	1
Porto de São Francisco do Sul	D	1	1	1	1	0,9795	0,9959
Porto de São Sebastião	D	0,1427	0,1102	0,0874	0,0993	0,1109	0,1086
Porto de Suape	D	0,8700	1	0,9705	0,6871	1	0,8968
Porto de Vitória	C	0,3021	0,3763	0,3769	0,2848	0,2042	0,3015
Porto do Itaqui	D	1	1	1	1	0,8588	0,9700
Porto do Recife	D	0,1502	0,1785	0,1936	0,2134	0,2695	0,1972
Média Geométrica		0,6141	0,6160	0,6236	0,6038	0,5960	0,6106

**APÊNDICE E1 – RESULTADOS DO ÍNDICE DE MALMQUIST – EFICIÊNCIA
FINANCEIRA**

Tabela APE1*Resultados do índice de Malmquist – eficiência operacional*

DMU	Condição	2019- 2020	2020- 2021	2021- 2022	2022- 2023	Média Geométrica
Companhia Docas da Bahia	F	1,09	1,31	0,98	0,88	1,05
Companhia Docas do Pará	F	1,17	1,08	1,00	0,98	1,06
Companhia Docas do RJ	F	1,11	1,21	1,02	0,97	1,07
Companhia Docas do RN	F	0,92	1,20	1,09	0,97	1,04
Porto de Antonina e Paranaguá	D	1,05	1,41	0,88	0,77	1,00
Porto de Cabedelo	D	0,97	0,92	0,97	1,02	0,97
Porto de Fortaleza	F	1,39	1,25	0,91	0,80	1,06
Porto de Imbituba	D	1,12	1,22	0,85	0,86	1,00
Porto de Porto Velho	D	0,95	0,94	0,93	1,03	0,96
Porto de Santos	F	1,16	1,35	1,07	0,86	1,10
Porto de São Francisco do Sul	D	0,98	1,02	0,95	1,20	1,03
Porto de São Sebastião	D	0,77	1,02	1,07	1,05	0,97
Porto de Suape	D	1,61	1,03	0,62	2,68	1,29
Porto de Vitória	C	1,35	1,26	0,75	0,68	0,96
Porto do Itaqui	D	0,96	1,38	0,96	0,83	1,02
Porto do Recife	D	1,24	1,35	1,02	1,22	1,20
Média Geométrica		1,10	1,17	0,93	1,00	1,05