

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA DA REGIÃO NORTE UTILIZANDO A METODOLOGIA DEA¹

André Filipe do Amparo Gonçalves²
Raimundo Nonato de Souza Morais³

RESUMO

O problema de logística da região norte já perdura por muitos anos. A logística é uma parte essencial para o comércio de bens e serviços. Atualmente, o modal mais utilizado para o transporte de cargas de produtos e serviços é o marítimo. Este modal depende para o seu bom funcionamento de portos que possam comportar as cargas, trabalhar de forma eficiente para facilitar o transporte e aumentar sua eficácia. Neste sentido, levando em consideração o cenário atual da região, qual a real eficiência dos portos nessa região por possuir diversos problemas quando se trata de regiões fora dos seus maiores centros? Para medir a eficiência foi utilizado o método DEA que consiste em separar diversas Demos que representarão os portos e por meio de seus dois modelos, CCR e BCC, auferir qual a atual eficiência dos portos e compará-la com os resultados passados desses mesmos portos. Foi constatado que em média os portos da região operam de forma ineficiente, ou seja, não utilizam todo o seu potencial. Os resultados não estão tão distantes da sua eficiência máxima, o que possibilita oportunidades para a região de melhoria que podem beneficiar a qualidade de vida da população com produtos mais baratos, transportados de maneira mais rápida e que alcancem todos os municípios da região e não somente os grandes centros.

PALAVRAS CHAVES: Logística, Portos, DEA, Eficiência.

ABSTRACT

The logistics problem in the northern region has been going on for many years. Logistics is an essential part of trade in goods and services. Currently, the most used modal for the transportation of cargo of products and services is maritime. This mode depends on the proper functioning of ports that can carry the cargo, work efficiently to facilitate transport and increase its efficiency. In this sense, taking into account the current scenario of the region, what is the real efficiency of the ports in this region for having several problems when it comes to regions outside their major centers? To measure efficiency, the used method was DEA, which consists of separating several DMUs that will represent the ports and, through its two models, CCR and BCC, to assess the current efficiency of the ports and compare it with the past results of these ports. It has been found that on average the ports in the region operate inefficiently, ice do not use their full potential. The results are not so far from their maximum efficiency, which provides opportunities for the region for improvement that can benefit the population's quality of life with cheaper, faster-moving products that reach all municipalities in the region and not just the big centers.

KEY WORDS: Logistics, Ports, DEA, Efficiency.

1 Artigo de conclusão de curso solicitado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Escola Superior de Ciências Sociais-ESO da Universidade Estadual do Amazonas-UEA.

2 Aluno graduando de Ciências Econômicas pela Escola Superior de Ciências Sociais-ESO da Universidade Estadual do Amazonas-UEA. E-mail: andre.f.amparo@gmail.com

3 Orientador, Prof. Dr. em Economia pela Universidade Católica de Brasília. E-mail: rnonatomorais@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O surgimento dos portos no Brasil, desde o período colonial, está relacionado com a ocupação e o povoamento do território, já que serviam como plataforma de embarque e desembarque, além do transporte de mercadorias, servindo a cidade como suporte para a atividade portuária (RANGEL e PESSANHA, 2013), e junto com os portos a logística é um ponto central em qualquer economia, pois ela é responsável pelo suporte do transporte de bens e pessoas, tanto internamente quanto externamente, o que sempre foi indispensável para o comércio e desenvolvimento, e para que esse transporte possa ser realizado existem diversos meios chamados de modais, que podem ser aeroviário, hidroviário, rodoviário, até mesmo multimodal, entre outros.

O processo de globalização pelo qual o mundo vem experimentando nas últimas décadas fez com que as interações entre cidades, estados e países fossem cada vez mais rápidas e baratas, isso faz com que a competição entre empresas em todos os níveis fique mais acirrada, fazendo com que as empresas e países se preocupem cada vez em se tornar eficientes e competitivas, e para que isso ocorra, custos tem que ser diminuídos e eficiência aumentada. Atualmente o transporte marítimo ainda é o meio mais utilizado no comércio mundial, em 2016 as trocas marítimas corresponderam a 10,3 bilhões de toneladas (UNCTAD 2016). E segundo Marchetti e Toledo (2012):

“O custo logístico no Brasil, por sua vez, é estimado em cerca de 11% do Produto Interno Bruto (PIB), denotando sua relevância econômica. Além do custo de transporte, esse custo logístico abarca gastos com estoques, com manuseio de carga e com a estrutura administrativa de suporte à atividade” (MARCHETTI e TOLEDO 2012)

A infraestrutura logística é um fator de extrema importância para que o comércio seja próspero, um país tem que ser um fornecedor de facilidade, velocidade, eficiência e segurança no transporte de mercadorias; uma infraestrutura deficitária pode prejudicar tanto a imagem quanto os negócios de um país, não é coincidência que os top 10 países do ranking do banco mundial (INTERNATIONAL LPI, 2018) no quesito de infraestrutura logística são desenvolvidos e com um comércio exterior fortíssimo, como Alemanha, Japão e Holanda, enquanto o Brasil se encontra na posição 56, tendo em sua avaliação os piores pontos na eficiência e previsibilidade das alfândegas e na facilidade de encontrar preços competitivos para transporte internacional, sendo o seu melhor ponto a pontualidade, mesmo assim ainda se encontra bastante atrasado quando comparados aos países mais desenvolvidos.

Qual a situação dos portos da região norte? É a região com os piores indicadores logísticos e notadamente uma das regiões mais pobres do país e que sofre com um isolamento geográfico e falta de infraestrutura, levando em consideração que a infraestrutura logística do país, no geral, já é deficiente.

Esse trabalho tem como objetivo utilizar a metodologia denominada DEA para verificar a eficiência portuária atual da região norte do Brasil. Os dados foram coletados da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), e esses dados disponibilizados serão trabalhados utilizando a metodologia DEA para que a eficiência seja mensurada e que seja possível responder a questão principal: Qual a eficiência dos portos da região norte do Brasil?

2 METODOLOGIA

A pesquisa é uma pesquisa aplicada que possui abordagem quantitativa e se caracteriza como descritiva e bibliográfica

É uma pesquisa aplicada, pois ela pretende gerar conhecimentos que poderão ser utilizados para expor uma situação atual com dados para a verificação se existe um problema ou não. Ela também se caracteriza por quantitativa, pois serão analisados resultados numéricos gerados por um modelo estatístico econométrico (DEA).

Ela é descritiva pois ela irá descrever a situação atual dos portos e comparar com a situação passada utilizando dados disponibilizados, e bibliográfica pois foram tomados como base diversos artigos já existentes e dados disponibilizados em relatórios mensais e anuais.

O DEA ou Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) é uma ferramenta matemática desenvolvida em um trabalho de 1978 intitulado *Measuring the efficiency of decision making units*, esse trabalho foi realizado por 3 autores, Charnes, Cooper e Rhodes. Nesse trabalho é abordado uma metodologia que aplica programação linear para medir a eficiência do que foi chamado de DMU Unidade de Tomada de Decisão (*Decision Making Units*) que podem ser constituídos de diversos Inputs e Outputs, ou entradas e saídas, que são os insumos utilizados para a produção e o produto final, respectivamente. Existem dois modelos básicos, o modelo CCR e BCC, e esses mesmos modelos podem ser orientados para Input ou outputs, o DEA funciona pegando uma DMU como referência e comparando as outras DMUs com a mesma para medir sua eficiência.

Os modelos calculam diferentes tipos de eficiência, o modelo CCR calcula a chamada eficiência total, que compreende o conjunto das eficiências técnicas e de escala, pois o modelo CCR irá comparar todas as DMUs dispostas no modelo, já o modelo BCC calcula a

chamada eficiência técnica, na qual são comparadas DMUs de escala semelhantes, a eficiência técnica, é a eficiência calculada quando se retira a influência da eficiência de escala, se o que está sendo produzido cresceu por outro motivo que não seja a escala de produção, que pode ser através de uma melhor alocação de recursos, ou um novo treinamento para os trabalhadores que fez com que pudesse aproveitar mais os mesmos insumos.

2.1 MODELO CCR

O modelo CCR, assim chamado por causa do nome de seus elaboradores Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, consiste na construção de uma superfície linear por partes, não paramétrica, envolvendo os dados (Mello et al, 2005). O modelo CCR trabalha com retornos constantes de escala, ou seja, alterações nas medidas de entrada (Inputs) afetam proporcionalmente as medidas de saída (Outputs).

O modelo CCR pode ser expresso da seguinte forma:

Figura 1 – Modelo CCR

Modelo Primal – Multiplicadores	Modelo Dual - Envoltórios
<p>Orientação a insumo:</p> $\text{Max Ef} = \sum_{i=1}^m u_i y_{i0}$ <p>s.a.</p> $\sum_{i=1}^n v_j x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} \leq 0, \quad \forall k = 1, \dots, z$ $u_i, v_j \geq 0$	<p>Orientação a insumo:</p> $\text{Min Ef} = \theta$ <p>s.a.</p> $\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^z x_{ik} \lambda_k \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, m$ $y_{j0} - \sum_{k=1}^z y_{jk} \lambda_k \leq 0, \quad \forall j = 1, \dots, n$ $\theta \text{ e } \lambda_k \geq 0$
<p>Onde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índices das variáveis 0, DMU em análise k => 1 a z, n.º. de DMU i => 1 a n, n.º. de output j => 1 a m, n.º. de input - Variáveis de decisão (resultado do modelo) v_j, peso do input j u_i, peso do output i - Parâmetros (entrada do modelo) j_{i0}, output i DMU₀ x_{j0}, input j DMU₀ y_{ik}, output i DMU_k x_{jk}, input j DMU_k 	<p>Onde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variáveis de decisão (resultado do modelo) θ, eficiência φ, inverso da eficiência λ, contribuição da DMU para a eficiência (grau de importância de DMU para uma outra, ou seja, padrão de referência, <i>benchmark</i>, do inglês)

Fonte: Morais (2016)

No modelo CCR orientado a outputs, no qual são otimizados os outputs mantendo o mesmo nível de inputs, nesse trabalho será utilizado o modelo orientado a outputs, e segundo Mariano (2007):

“O modelo CCR por trabalhar com o conceito de programação matemática, envolve três conceitos importantes para a análise da eficiência: a) variáveis de decisão, o resultado que o modelo oferece, ou seja, os pesos dos inputs e outputs, b) função objetivo, que a partir dos pesos encontrados pode ser maximizada ou minimizada e,

c) restrições, um conjunto de inequações que restringirá o valor da função objetivo”
(MARIANO 2007)

2.2 MODELO BCC

O modelo BCC, que possui esse nome devido a adição de Banker em 1984, agora considera retornos variáveis de escala, ele irá retirar a proporcionalidade entre os inputs e outputs presente no modelo CCR, isso permite que as DMUs que possuíam um valor de input baixo tivessem retornos crescentes, isso também permite que as que possuíam valores altos operassem com retornos decrescentes, esse modelo também pode ser orientado a inputs ou outputs, e nesse trabalho o modelo será orientado a outputs.

O modelo BCC pode ser expresso da seguinte maneira:

Figura 3 – Modelo BCC

Modelo Primal – Multiplicadores	Modelo Dual - Envoltórios
<p>Orientação a insumo:</p> $\text{Max Ef} = \sum_{i=1}^m u_i y_{i0} + w$ <p>s.a.</p> $\sum_{i=1}^n v_j x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j x_{jk} + w \leq 0, \quad \forall k = 1, \dots, z$ $u_i, v_j \geq 0$ <p>w, sem restrição de sinal</p>	<p>Orientação a insumo:</p> $\text{Min Ef} = \theta$ <p>s.a.</p> $\theta x_{i0} - \sum_{k=1}^z x_{ik} \lambda_k \geq 0, \quad \forall i = 1, \dots, m$ $y_{j0} - \sum_{k=1}^z y_{jk} \lambda_k \leq 0, \quad \forall j = 1, \dots, n$ $\sum_{k=1}^z \lambda_k = 1 \text{ (Restrição de convexidade)}$ $\theta \text{ e } \lambda_k \geq 0$
<p>Onde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índices das variáveis 0, DMU em análise k => 1 a z, n°. de DMU i => 1 a n, n°. de output 	<p>Onde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variáveis de decisão (resultado do modelo) θ, eficiência ϕ, inverso da eficiência λ, contribuição da DMU para a eficiência (grau de
<p>j => 1 a m, n°. de input</p> <ul style="list-style-type: none"> - Variáveis de decisão (resultado do modelo) v_j, peso do input j u_i, peso do output i w, fator de escala - Parâmetros (entrada do modelo) j_{i0}, output i DMU₀ x_{j0}, input j DMU₀ y_{ik}, output i DMU_k x_{jk}, input j DMU_k 	<p>importância de DMU para uma outra, ou seja, padrão de referência, <i>benchmark</i>, do inglês)</p>

Fonte: Morais (2016)

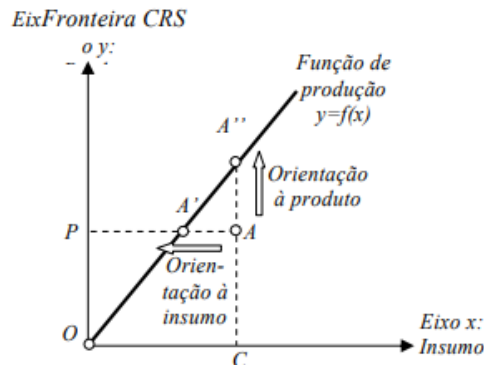
2.3 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

O DEA utiliza uma escala de 0 a 1 para mensurar a eficiência, uma DMU com score 1 está funcionando de maneira eficiente, enquanto qualquer valor inferior a 1 é considerado uma DMU ineficiente.

O trabalho utilizará os dois modelos para analisar os dados, o trabalho utilizará modelos orientados a outputs ou modelo orientado a produto, ou seja, ele busca produzir a maior quantidade possível de produtos com uma quantidade dada de insumos. Essa avaliação também poderia ser feita por outra ótica, a voltada a inputs, ou modelo orientado a insumos,

no qual se procura produzir a mesma quantidade de produtos utilizando uma menor quantidade de insumos, algo que fica mais claro quando exposto no gráfico abaixo:

Figura 4 – Orientação dos modelos



Fonte: Lorenzet, Miranda e Lima (2010)

Como exposto na figura 4 as setas indicam a movimentação que deve ser feita para que o seja atingida a função de produção de acordo com cada orientação, a orientação a insumos, diminuindo a quantidade de insumos e mantendo a produtividade, e outputs aumentando a produtividade com a mesma quantidade de insumos.

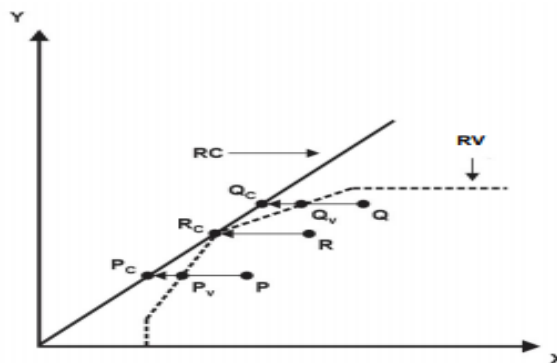
O DEA constrói os indicadores de desempenho através da comparação entre as DMUs, ele irá comparar as unidades produtivas entre elas próprias e desse ponto retirar uma DMU como parâmetro e a partir desse parâmetro o indicador será construído.

E como é descrito por Moraes (2016), quando se obtém os resultados dos modelos BCC e CCR é possível calcular a eficiência de escala pela expressão:

Eficiência de escala = Eficiência total (CCR)/Eficiência técnica (BCC)

Nos resultados do DEA é possível observar seis diferentes possibilidades de acordo com Finamore et al (2005), e essas seis possibilidades são descritas abaixo de acordo com as figuras 5 e 6.

Figura 5 – Fronteiras de eficiência técnica



Fonte: Moraes 2016, adaptado do autor de Coelli 1994

Figura 6 – Possibilidades de resultados dos modelos do DEA

Tipo de retorno	Condição da DMU segundo a pura eficiência técnica	
	Eficiente	Ineficiente
Constante	Esta é melhor situação. A DMU está utilizando os recursos sem desperdícios e opera em escala ótima. O aumento da produção deve ocorrer mantendo-se a proporção de uso dos fatores. (Correspondente ao ponto R _c)	Apesar de estar operando na escala ótima, existe ineficiência. Isso significa que se pode reduzir o uso dos insumos e continuar produzindo a mesma quantidade. De maneira equivalente, a produção pode crescer utilizando-se os mesmos insumos. Eliminando as ineficiências técnicas, a DMU torna-se eficiente com retornos constantes. (Correspondente ao ponto R)
Crescente	Apesar de tecnicamente eficiente, ou seja, não existem insumos utilizados em excesso, o volume de produção está abaixo da escala ótima. Isso significa que a DMU pode aumentar a produção a custos decrescentes. Nesse sentido, o aumento da produção deve ocorrer mediante incorporação de insumos, porém mantendo-se as relações entre as quantidades de produto e insumos. (Correspondente ao ponto P _v)	Nesta situação, existem dois problemas: ineficiência técnica, devido ao uso excessivo de insumos, e ineficiência de escala. Esta última ocorre, pois, a DMU está operando abaixo da escala ótima. Para aumentar a eficiência técnica é preciso eliminar os excessos de uso nos insumos. Por outro lado, para operar em escala ótima é necessário aumentar a produção. Em síntese, a DMU deve aumentar a produção, porém esse aumento deve ocorrer reduzindo as relações entre quantidades utilizadas de insumo e o volume de produção. (Correspondente ao ponto P)
Decrescente	DMU tecnicamente eficiente, porém operando acima da escala ótima. Mantendo-se essa situação, o aumento da produção se dará a custos crescentes. Uma alternativa é reduzir o tamanho da produção das DMUs, utilizando mais unidades, porém menores. Note que essas unidades menores devem operar utilizando a mesma proporção entre produto e insumos. Outra alternativa para crescer a produção seria a adoção de políticas qualitativas, ou seja, o aumento da produtividade dos fatores possibilitaria o crescimento da produção sem a necessidade de se utilizar mais insumos. (Correspondente ao ponto Q _v)	Nesta situação, a DMU está operando acima da escala ótima e tem ineficiência técnica. É preciso corrigir os dois problemas. Para aumentar a eficiência técnica, deve-se eliminar os insumos que estão sendo utilizados em excesso, o que equivale a produzir mais utilizando os mesmos insumos. Com relação ao problema de escala, pode-se simplesmente reduzir a produção em cada DMU, utilizando um número maior de DMUs menores para produzir a mesma quantidade anterior. Pode-se, ainda, melhorar a tecnologia, aumentando a produtividade dos fatores de produção. (Correspondente ao ponto Q)

Fonte: Finamore, Gomes e Dias 2005

2.4 INPUTS, OUTPUTS E DMUs

Como Inputs foram utilizados as seguintes variáveis: Tempo médio de estadia e Total de atracções.

Tempo médio de estadia: Medido em horas, é o tempo decorrido desde a atracção até a desatracção do navio no porto, dentro dessa variável se encontram os tempos de atracção, desatracção e operação de cada navio que passou pelos portos no ano de 2018.

Total de atracções: Medido em número total, o total de atracções é o número total de atracções realizadas pelos navios, quantas vezes eles atracaram nos portos para realizar suas operações nos anos de 2015 e 2018.

Como output foi utilizada a variável: Total de movimentação portuária.

Total de movimentação portuária: Medido em toneladas, o total de movimentação portuária apresenta a quantidade total de carga movimentada nos portos nos anos de 2015 e 2018.

As DMUs utilizados estão expostas no quadro 1:

Quadro 1- Portos analisados

DMU
Bertolini – Belém
Terminal J. F. de Oliveira de Belém
Ibepar
ATR Logística - Chibatão
Norte Log
Porto Chibatão
J. F. de Oliveira - Manaus
Bertolini – Santarém
Vila do Conde
Moss
Belmont
Terminal Fluvial Caulim

Fonte: Elaboração própria

2.5 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados foram adquiridos através do site da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) para os anos de 2015 e 2018 de diversos portos da região Norte. Transportadores de carga geral (isso exclui transporte de granel líquido, granel gasoso e carga containerizada), esses anos foram escolhidos devido aos acontecimentos dos mesmos, sendo 2015 o ano no qual ocorreu a maior queda e ocorreu crescimento negativo (-3,5% de acordo com o FMI), e 2018, o ano mais recente para o qual se possui dados completos.

Os portos analisados foram selecionados dentro da região norte, e entre todos os portos foram selecionados os que transportaram uma quantidade de carga significativa (200.000 toneladas ou mais com carga máxima de 660.000 toneladas no ano base de 2018) para que pudessem ser comparados.

Foram utilizados dois programas para a realização dos modelos, o DEASolver, uma extensão para o Excel que permite que os modelos sejam rodados, e o programa específico SIAD desenvolvido na UFF (Universidade Federal Fluminense).

2.6 ÁREA DE ESTUDO

A região é composta por sete estados, sendo eles: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Essa região é a região de mais difícil acesso, e também uma das regiões mais pobres e com a maior dificuldade logística do país. De acordo com a pesquisa denominada Desafio da Gestão Estadual de 2018 (Desafio do estados, 2018) todos os estados da região norte apresentam níveis de infraestrutura ruins, o estado com melhor

desempenho foi o estado de Rondônia, com avaliação de 0,553 de 1, e o pior desempenho, tanto da região norte, como do Brasil, foi o Acre com avaliação de 0,377 de 1.

A logística é um grande desafio para a região norte e a sua eficiência econômica, a região conta com grandes empreendimentos, como Zona Franca de Manaus, criada para servir como polo de desenvolvimento para o estado do Amazonas, e que possui um grande número de diversas indústrias, principalmente indústrias do polo eletroeletrônico e de bens de informática que necessitam de diversas importações para que possam ser produzidas e exportadas, principalmente, para o resto do país e também o projeto Grande Carajás no Pará, mesmo com esses projetos o estado ainda sofre com o problema de uma logística ruim, o projeto Grande Carajás, por exemplo, leva quase 100% de sua produção para portos do Maranhão para que de lá sejam enviados para o exterior, e a Zona Franca de Manaus não possui uma quantidade de exportações significativa, incorrendo sempre em déficits com o exterior. Levando em consideração esses fatores, qual a real eficiência dos portos da região Norte? Mesmo com essa deficiência logística apresentada pelo estado os seus portos são eficientes de acordo com a sua capacidade e infraestrutura atual?

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA

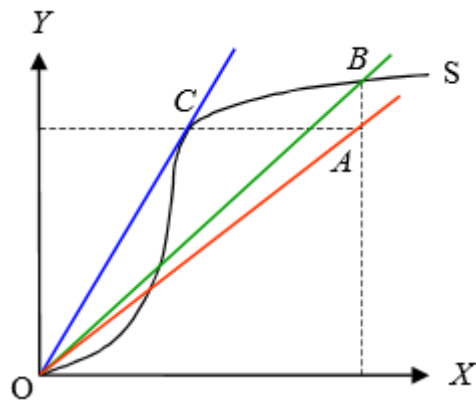
Segundo Mello et al (2005) produtividade é uma medida que não leva em consideração a quantidade produzida, mas sim o que a razão entre o que foi produzido e o que foi utilizado para que aquela quantidade fosse produzida, e essa medida é adquirida pela divisão entre as duas quantidades, por exemplo: quantidade de motos produzidas pela quantidade de horas utilizadas, moldes injetados por máquina durante um certo período de tempo, toneladas de milho por área plantada. A eficiência irá comparar o que foi produzido com o que poderia ter sido produzido com os recursos disponíveis para a produção, ou seja, o quanto foi deixado de produzir que poderia ter sido produzido com aquela mesma quantidade de recursos. O método DEA não faz suposições, ele considera o máximo que poderia ter sido produzido observando as unidades mais produtivas.

E como exposto por Mello et al (2005):

“Enquanto as unidades B e C são eficientes (uma vez que estão localizadas na fronteira de eficiência), apenas a unidade C é a mais produtiva. Podemos observar este fato comparando-se os coeficientes angulares das retas OC e OB. Assim, a unidade mais produtiva é aquela cuja reta que a liga a origem tem o maior coeficiente angular possível. Em outras palavras, sendo C a unidade mais produtiva, a reta OC tem por coeficiente angular a derivada da função que relaciona produção

com recursos, caso esta derivada exista. A unidade A é simultaneamente uma unidade não produtiva e não eficiente.” (MELLO et al, 2005)

Figura 7 – Fronteira de produção



Fonte: Mello et al (2005)

E como resume Mariano (2007) A eficiência de um sistema pode ser definida como sendo a capacidade desse sistema de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis e de aproveitar, ao máximo, as condições ambientais para obter o desempenho ótimo em alguma dimensão

Segundo o autor Coelli (1998) dizem:

“Considerando uma determinada função de produção, a produtividade (relação entre produtos e insumos) pode variar, de acordo com a escala de produção e, portanto, uma unidade produtiva pode ser tecnicamente eficiente, mas a produtividade pode ainda aumentar, se explorada a economia de escala.” (COELLI, 1998).

E segundo Morais (2016), o conceito de eficiência não somente se aplica a empresas de manufatura e pode ser generalizado para qualquer organização que transforme entradas ou insumos (inputs) em saídas ou produtos (outputs). Isso faz com que a análise de eficiência seja possível para diversas áreas, como a eficiência de portos, hospitais, secretarias e até mesmo empresas prestadoras dos mais diversos tipos de serviços.

3.2 COMPETITIVIDADE DOS PORTOS

O transporte hidroviário é conhecido por ser um dos modais mais baratos e eficientes entre todos, e segundo Mason (2003) o transporte é responsável por 2% a 4% do faturamento das empresas e responsável por 30% a 60% dos custos logísticos, ou seja, quanto mais barato e eficiente for o modal de transporte utilizado, menor será o custo logístico e mais barato será o produto final, beneficiando toda a cadeia econômica, e a Amazônia possui uma malha de rios navegáveis muito grande, sendo a maior do Brasil, (Oliva, 2007). E como disse Souza (2010) “Um porto, no transporte de cargas, pode ser considerado como indutor de crescimento

econômico da região no seu entorno, podendo também ser um dos principais gargalos para a competitividade de produtos.”

O Brasil é um país de proporções continentais, levando em consideração esse fato, a logística dentro do país deve ser um ponto extremamente explorado e aperfeiçoado, e sendo os portos parte tão importante dentro da logística como um todo, e o fato do Brasil, ainda ser considerado um país em desenvolvimento, aumentar a eficiência dos portos e por consequência a eficiência econômica é um ponto que deve ser explorado, e com portos eficientes, a quantidade de cargas transportadas, facilidade de transporte e tarifas portuárias possivelmente mais baratas.

De acordo com o Global Competitiveness Report (2018), que elabora o ranking de países por competitividade geral levando em considerações diversas áreas que irão compor esse ranking, no ranking geral o Brasil ocupa a posição 72, tendo como seus piores indicadores a estabilidade macroeconômica, o mercado de produtos, mercado de trabalho e o dinamismo para negócios, e seu melhor indicador foi o tamanho do mercado. O ranking também demonstra que o Brasil ocupa a posição 105 no nível de eficiência de serviços portuários entre 139 países, com escore 3.1 com a máxima sendo 7.0, e esse resultado mostra o atual estado dos portos brasileiros, e no Brasil de acordo com o que escreveu Goebel (2002):

“Não se tem observado o efetivo engajamento e integração dos portos na cadeia de transporte – de modo a contribuir, efetivamente, para o crescimento do comércio internacional -, além de os mesmos não terem funcionado como catalisadores de uma gama de empreendimentos – função que deveriam exercer” (GOEBEL 2002)

Como um meio de tentar modernizar os portos brasileiros, o governo no ano de 1993, com a promulgação da lei 8.630/1993, que abriu a possibilidade do setor privado de operar em atividades portuárias, e de acordo com Da Silva ET AL (2011) foram criadas quatro possibilidades:

- (a) concessão do porto organizado;
- (b) qualificação do operador portuário;
- (c) arrendamento de instalação portuária; e
- (d) autorização de instalação portuária pública de pequeno porte, de estação de transbordo de cargas ou de terminal de uso privativo.

O que criou um grande aumento no nível de parcerias público-privada no setor e também a competição entre portos proporcionando aumento na eficiência do setor, com a nova possibilidade de uma gestão privada dos portos o conceito de competitividade foi adicionado

aos portos, fazendo com que muitos tentassem se sobressair e conseguir ganhos de mercado, o que, no geral, melhora o setor fazendo com que ele se tornasse mais competitivo.

E como expõe Falcão e Correia (2012), quanto maior a eficiência dos portos leva a tarifas portuárias baixas, o que leva a um aumento da competitividade geral dos produtos do país, e para que a competitividade seja mantida e continue crescendo, diversos investimentos devem ser feitos na área para que o país se torne mais competitivo e que possa fornecer para os seus próprios cidadãos produtos mais baratos e de melhor qualidade, beneficiando a qualidade de vida e o desenvolvimento.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 MODELO CCR ORIENTADO A OUTPUTS

Como demonstrado no quadro 2 quando utilizado o modelo CCR, que considera a proporcionalidade, com orientação a outputs, que procura aumentar a produção com o mesmo nível de inputs e dos 12 portos analisados da região norte, apenas quatro se encontram em um estado que pode ser considerado eficiente, todos os outros portos são considerados ineficientes em diferentes níveis.

Quadro 2 – Resultado e comparação modelo CCR-O

Porto	Rank 2015	Rank 2018	Variação 2015-2018
Bertolini – Belém	0,8611	0,8144	-5,42%
Terminal J. F. de Oliveira de Belém	0,9613	1	4,03%
Ibepar	0,6812	0,629	-7,66%
ATR Logística - Chibatão	1	1	0,00%
Norte Log	-	1	-
Porto Chibatão	0,6208	1	61,08%
J. F. de Oliveira - Manaus	0,6331	0,5903	-6,76%
Bertolini – Santarém	0,6796	0,5036	-25,90%
Vila do Conde	1	0,3386	-66,14%
Moss	0,1812	0,5722	215,78%
Belmont	0,56	0,5866	4,75%
Terminal Fluvial Caulim	1	0,7101	-28,99%
MÉDIA	0,74348	0,72873	-1,98%

Fonte: Elaboração própria

O porto ATR Logística – Chibatão foi o único porto que se apresentou como eficiente nos dois anos analisados, tendo obtido escore 1 em 2015 e em 2018, o porto Chibatão e o terminal J. F. Oliveira de Belém foram os únicos portos que obtiveram aumento suficiente no modelo e passaram de 0,6208 e 0,9613, respectivamente para o escore máximo de 1, um

aumento respectivo de 61,08% e 4,03% se tornando assim eficientes. Também se destaca o porto MOSS com o maior crescimento de todos os portos, o porto apresentou evolução de 215,78% entre o ano de 2015 e 2018, porém mesmo com esse aumento considerável o porto ainda não foi capaz de atingir a eficiência.

Nas variações negativas o destaque é o porto da Vila do Conde, que no ano de 2015 operava em eficiência, porém no ano de 2018 sofreu uma queda de eficiência de 66,14%, passando de eficiente para ineficiente, de 1 para 0,3386. O porto Norte Log não possui dados para o ano de 2015, porém no ano de 2018 ele foi um dos quatro portos a atingir o ponto de eficiência. Em média os portos apresentaram os escore de 0,74348 em 2015, e 0,72873 em 2018, uma queda de 1,98% em no ano de 2018 em relação a 2015.

4.2 MODELO BCC ORIENTADO A OUTPUTS

Na análise do modelo BCC com orientação a outputs, no qual é possível observar retornos de escala, o número de DMUs consideradas eficientes é maior, passando de quatro no modelo CCR para oito no modelo BCC em 2018, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Resultado modelo BCC-O

Porto	Rank 2015	Rank 2018	Varição 2015-2018
Bertolini – Belém	1	1	0,00%
Terminal J. F. de Oliveira de Belém	1	1	0,00%
Ibepar	0,851	0,7828	-8,01%
ATR Logística - Chibatão	1	1	0,00%
Norte Log	-	1	-
Porto Chibatão	1	1	0,00%
J. F. de Oliveira - Manaus	0,6477	0,5967	-7,87%
Bertolini - Santarém	0,7089	0,5832	-17,73%
Vila do Conde	1	0,4582	-54,18%
Moss	0,1967	0,602	206,05%
Belmont	0,9999	1	0,01%
Terminal Fluvial Caulim	1	1	0,00%
MÉDIA	0,8549	0,8352	-2,30%

Fonte: Elaboração própria

No modelo BCC seis portos apresentaram eficiência no ano de 2015 (o porto Norte Log não apresentou dados para o ano de 2015), já no ano de 2018 sete portos atingiram a eficiência, os porto Bertolini-Belém, Terminal J.F.Oliveira de Belém, ATR Logística – Chibatão, Porto Chibatão e o Terminal Fluvial Caulim mantiveram a eficiência máxima que já possuíam no ano de 2015, o porto de Belmont evoluiu a ponto de atingir a eficiência em 2018,

passando de 0,9999 para 1 (uma ligeira evolução de 0,01%), o destaque novamente é dado ao porto Moss que obteve um crescimento de 206,5%, porém, mesmo assim não atingiu a eficiência, e o destaque negativo novamente é dado ao porto Vila do Conde, com queda de 54,18%, saindo assim do patamar de eficiência. Em média no ano de 2015, a eficiência era de 0,8549, e passou para 0,8352 em 2018, uma queda de -2,30%.

Quando analisamos a eficiência de escala, no ano de 2015, apenas três portos apresentaram eficiência de escala, em comparação, o ano de 2018 ocorreu uma melhora, quatro portos apresentaram eficiência de escala, porém não foram os mesmos portos do ano de 2015 que apresentaram esse resultado

Os portos de 2015 que apresentaram eficiência de escala foram os seguintes: ATR Logística – Chibatão, Vila do Conde e Terminal Fluvial Caulim, já em 2018, os portos que obtiveram eficiência de escala foram: Terminal J.F. de Oliveira de Belém, ATR Logística – Chibatão, Norte Log e o porto Chibatão. Considerando as médias no ano de 2015 a média foi de 0,8782 e a média foi reduzida para 0,8741 em 2018, uma leve queda de -0,78%.

Quadro

4 –

Porto	Rank 2015	Rank 2018	Varição 2015-2018
Bertolini – Belém	0,8611	0,8144	-5,42%
Terminal J. F. de Oliveira de Belém	0,9613	1	4,03%
Ibepar	0,80047	0,80353	0,38%
ATR Logística - Chibatão	1	1	0,00%
Norte Log	-	1	-
Porto Chibatão	0,6208	1	61,08%
J. F. de Oliveira - Manaus	0,9774587	0,98927	1,21%
Bertolini – Santarém	0,9586684	0,86351	-9,93%
Vila do Conde	1	0,73898	-26,10%
Moss	0,9211998	0,9505	3,18%
Belmont	0,560056	0,5866	4,74%
Terminal Fluvial Caulim	1	0,7101	-28,99%
MÉDIA	0,8782	0,8741	-0,78

Resultado da eficiência de escala

Fonte: Elaboração própria

4.3 RETORNOS DE ESCALA

Quando o programa realiza o cálculo dos dados no modelo BCC ele também mostra a variável v , que representa o peso dos outputs. Quando a variável apresenta um valor positivo isso significa que a DMU apresenta retornos decrescentes de escala, quando a variável apresenta valor negativo significa que a DMU apresenta retornos crescentes de escala, e finalmente, quando a variável apresente valor 0, ela apresenta retornos de escala constantes. Os valores da variável são apresentados no quadro 5 abaixo.

Quadro 5 – Variável v

PORTO	Variável v	
	2015	2018
Bertolini – Belém	0,8121	0,25811
Terminal J. F. de Oliveira de Belém	0,11936	0
Ibepar	0,42597	0,89947
ATR Logística - Chibatão	0	0
Norte Log	-	0
Porto Chibatão	-0,7979	0
J. F. de Oliveira - Manaus	0,20645	0,07795
Bertolini – Santarém	-0,243	1,08042
Vila do Conde	0	1,56026
Moss	-1,0145	-1,2185
Belmont	-9,1549	-4,7162
Terminal Fluvial Caulim	0	-1,3692

Fonte: Elaboração própria

No ano de 2015 todos os portos eficientes se encontravam na situação de retornos de escala constante, ou seja, estão sendo utilizadas quantidades ótimas de insumos e a quantidade produzida está sendo ótima, e caso ocorra um aumento da produção é necessário que a proporção do uso dos fatores seja mantida. Os únicos portos no ano de 2015 que se encontram na situação ótima são os portos ATR Logística – Chibatão, Vila do Conde e Terminal Fluvial Caulim, eles possuíam eficiência e estavam produzindo em seu ponto ótimo sem desperdícios e todos os portos eficientes apresentaram retornos constantes.

Mas nem todos os portos que apresentaram retornos constantes apresentaram eficiência, por exemplo, o porto Ibepar que apresenta ineficiência em todas as análises, porém está produzindo no seu ponto ótimo, porém de forma ineficiente.

Os outros portos que apresentam retornos crescentes ou decrescentes não apresentaram eficiência de escala, ou seja, os portos com retornos crescentes se encontram em uma situação na qual a produção deve ser aumentada, pois existe ineficiência técnica, porém a relação entre as quantidades utilizadas e a produção deverá ser diminuída. Os que apresentaram retornos decrescentes possuem um uso exagerado de insumos, causando ineficiência técnica para que seja possível produzir a mesma quantidade de produtos com a mesma quantidade de insumo, além do problema de escala.

Em 2018 a situação se repete, todos os portos que obtiveram eficiência também possuíam retornos constantes de escala, os portos que obtiveram o melhor resultado foram Terminal J.F. de Oliveira de Belém, ATR Logística – Chibatão, Norte Log e o Porto Chibatão.

No ano de 2018, porém, a maioria dos portos ineficientes possuía retornos de escala decrescentes, enquanto em 2015 a maioria possuía retornos crescentes.

Quadro6 – Comparação entre eficiência de escala e tipo de retorno de escala

Porto	2015		2018	
Bertolini - Belém	0,8611	Decrescente	0,8144	Decrescente
Terminal J. F. de Oliveira de Belém	0,9613	Decrescente	1	Constante
Ibepar	0,80047	Constante	0,80353	Decrescente
ATR Logística - Chibatão	1	Constante	1	Constante
Norte Log	-	-	1	Constante
Porto Chibatão	0,6208	Crescentes	1	Constante
J. F. de Oliveira - Manaus	0,9774587	Decrescente	0,98927	Decrescente
Bertolini - Santarém	0,9586684	Crescentes	0,86351	Decrescente
Vila do Conde	1	Constante	0,73898	Decrescente
Moss	0,9211998	Crescentes	0,9505	Crescentes
Belmont	0,560056	Crescentes	0,5866	Crescentes
Terminal Fluvial Caulim	1	Constante	0,7101	Crescentes
MÉDIA	0,8782	-	0,8741	-

Fonte: Elaboração Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comércio mundial ainda é muito dependente do modal marítimo para realizar o transporte de seus produtos, principalmente em escala internacional, e é uma característica de países desenvolvidos possuir infraestrutura desenvolvida e problemas logísticos bem resolvidos para que continuem a se desenvolver, o Brasil ainda ocupa posições ruins em diversos rankings e listas comparativas no quesito infraestrutura e logística.

A região norte é a região que apresenta os piores indicadores desse quesito, e por isso foi realizado esse estudo, utilizando a metodologia de Data Envelopment Analysis, ou DEA, que mensura a eficiência de uma DMU, que no caso desse trabalho foram os maiores portos da região, para avaliar se nas condições atuais desses portos, e verificar se os mesmos operam em seu melhor nível de eficiência. Os resultados apontam que em média, os portos apresentavam uma eficiência melhor no ano de 2015 do que em 2018, no modelo CCR a média era de 0,74348, já no ano de 2018 a média foi de 0,72873 um decréscimo de -1,98%, e isso se repete quando analisado o modelo BCC, em 2015 a média era de 0,8549 e no ano de 2018 passou para 0,8352, uma queda de -2,30%, e quando analisados os resultados da eficiência de escala a tendência se repete, apesar de ser uma leve queda, em 2015 a média era de 0,8782 e em 2018 reduziu para 0,8741, uma leve queda de -0,78%.

Os resultados implicam que os portos ainda possuem oportunidades de melhora, apesar de seus resultados, em alguns casos, mostrarem que os portos estão perto de atingir o escore de eficiência máximo, eles ainda operam de forma ineficiente em média, fazendo com que seu potencial não seja aproveitado ao máximo, caso esse potencial seja atingido existe aí uma grande oportunidade de melhorar a qualidade de vida dos residentes da região, principalmente daqueles que moram longe das regiões centrais desses estados, pois em muitos casos, especialmente no estado do Amazonas somente é possível se locomover entre municípios através do modal hidroviário ou aéreo, e o modal aéreo se encontra limitado a alguns municípios e possui preço mais elevado.

A melhora na infraestrutura portuária, porém, não pode ser feita de forma individual, diversos aspectos têm que ser melhorados que não foram abordados nesse trabalho, como a integração entre modais e estradas específicas e conectadas diretamente com os portos e aeroportos para escoamento de produtos e serviços, por exemplo. O assunto abordado diretamente nesse trabalho foi somente a eficiência dos portos em suas formas atuais, levando em conta insumos e produtos, pontos internos da produção dos portos. Existem diversos pontos externos que devem ser analisados, diversas tarifas e impostos pagos, entraves burocráticos complicados que são características brasileiras, não exclusivas do setor portuário, são características que fazem com que investimentos e negociações com o Brasil, apesar do tamanho do seu mercado consumidor, sejam difíceis e não atrativas em muitos casos.

O quanto o setor de transporte portuário poderia ser beneficiado pela identificação e simplificação de diversos códigos e fiscalizações que podem ser consideradas ineficientes ou inapropriadas? O quanto o comércio no brasileiro no geral, tanto nacional quanto internacional e também não somente os portos, mas também aeroportos e estradas poderiam

ser melhorados caso fossem integrados de forma apropriada? O quanto a vida do cidadão comum poderia ser melhorada com um maior fluxo de produtos para uma região, não importando se eles são produtos nacionais ou não, desde que sejam mais baratos e eficientes? O quanto a burocratização e complexidade impostas pelo governo impactam na qualidade dos serviços prestados por empresas de transporte de carga?

É deixada como sugestão para futuros trabalhos a adição de novas variáveis ao modelo DEA para que o modelo se torne ainda mais preciso, variáveis que apresentam um grau a mais de dificuldade de serem disponibilizadas, como por exemplo: número de funcionários da empresa; área de armazenamento da empresa; total da área do porto e outras possibilidades. Além desse incremento no modelo também é sugerido pesquisas sobre as influências externas, coisas que estão fora do alcance dos portos, como a fiscalização e as leis que regem o funcionamento dos mesmos. E de mesma forma pesquisar sobre a situação atual da infraestrutura para que possam ser apontadas melhoras em todos os aspectos possíveis.

6 REFERÊNCIAS

- CECATTO, Cristiano. **A importância do transporte marítimo no Brasil**. Revista EngWhere, n. 23, 2009.
- CHARNES, Abraham; COOPER, William W.; RHODES, Edwardo. **Measuring the efficiency of decision making units**. European journal of operational research, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- CHINELATO, Flavia Braga; DE FREITAS CRUZ, Diogo Batista; ZIVIANI, Fabrício. **Made in Brazil: o impacto da infraestrutura da logística brasileira nas operações de comércio exterior**. Revista Administração em Diálogo, v. 13, n. 3, p. 44-55, 2011.
- COELLI, T. (1998). **A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models**. OperationsResearchLetters, 23(3-5), 143–149. doi:10.1016/s0167-6377(98)00036-4
- DA SILVA, Francisco Gildemir Ferreira et al. **Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros**. Transportes, v. 19, n. 1, p. 5-12, 2011.
- DESAFIO DA GESTÃO ESTADUAL.Desafio dos estados. **Rankings do IDGE**. 2018. Disponível em: <<https://www.desafiosdosestados.com/indicadores>>. Acesso em: 20/09/2019
- FALCÃO, V. A.;CORREIA, A. R. (2012) **Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros**. Journal of TransportLiterature, vol. 6, n. 4, pp. 133-146.
- FINAMORE, Eduardo Belisário MC; GOMES, Adriano Provezano; DIAS, Roberto Serpa. **Eficiência relativa dos setores econômicos do Rio Grande do Sul: uma aplicação do modelo DEA na matriz de insumo-produto**. Análise–Revista de Administração da PUCRS, v. 16, n. 2, 2005.

- GOEBEL, Dieter. **A competitividade externa e a logística doméstica**. BNDES, 2002.
- LORENZETT, João Roberto; LOPES, Ana Lúcia Miranda; DE LIMA, Marcus Vinicius Andrade. **Aplicação de método de pesquisa operacional (DEA) na avaliação de desempenho de unidades produtivas para área de educação profissional**. Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 168-190, 2010. Acesso em: 02/10/2019
- MARCHETTI, Dalmo dos Santos; FERREIRA, Tiago Toledo. **Situação atual e perspectivas da infraestrutura de transportes e da logística no Brasil**. BNDES, 2012.
- MARIANO, Enzo B. **Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14. 2007, Bauru. Anais.... Bauru: Unesp, 2007. p. 1 - 12. Disponível em: Acesso em: 02/10/2019
- MARTINS, Ricardo, et al. **Análise da eficiência da logística aeroportuária no Brasil**. Revista de Economia e Administração. 9. 10.11132/rea.2009.285. (2010).
- MASON, S. J.; RIBERA, M. P.; FARRIS, J. A.; KIRK, R. G. **Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain**. Transportation Research Part E, [S.l.], v. 37, n. 1, p. 141-159, Jan. 2003.
- MELLO, J.C.C.B.S. et al. **Curso de análise de envoltória de dados**. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, v. 37, p. 2520-2547, 2005
- MESSA, Alexandre. **Poder de mercado no setor de transporte marítimo e impacto sobre os fluxos comerciais**. Repositório do conhecimento IPEA, 2017.
- MEZA, Lidia Angulo; GOMES, Eliane Gonçalves; NETO, Luiz Biondi. **Curso de análise de envoltória de dados**. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 2520-2547, 2005.
- MORAIS, R. N. S. **Análise da eficiência dos setores industriais do polo industrial**. 2016. 180 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2016.
- OLIVA, José Alex Botelho. **A Malha Hidroviária Brasileira –Potencialidades e Perspectivas**. Seminário Internacional sobre Hidrovias Brasil Bélgica. ANTAQ, 2007
- RANGEL, Larissa Carneiro; PESSANHA, Leonardo Ribeiro Moço. **O Complexo Logístico Industrial Portuário do Açúcar e os seus impactos no sistema de drenagem e na estruturação urbana da Região Norte Fluminense**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 7, n. 2, p. 101-118, 2013.
- SOUZA, Marly Honda de. **Contribuição metodológica para localizar terminal de integração de passageiros do transporte hidro-rodoviário urbano**. 2009. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

WORLD BANK. Connecting to compete 2018. **International Logistics Performance Index 2018**. World Bank, 2018. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29971>>. Acesso em: 20/09/2019

WORLD ECONOMIC FORUM. Global competitiveness report. **Efficiency of seaport services**. World economicforum, 2018. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2018/competitiveness-rankings/>>. Acesso em: 20/09/2019