

**MODELO PARA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE DESEMPENHO DA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA EM PORTOS E TERMINAIS COM OPERAÇÃO DE CARGA CONTEINERIZADA REEFER**

***MODEL FOR ASSESSING THE PERFORMANCE LEVEL OF PORT INFRASTRUCTURE IN PORTS AND TERMINALS WITH REEFER CONTAINERIZED CARGO OPERATION***

***MODELO PARA EVALUAR EL NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA EN PUERTOS Y TERMINALES CON OPERACIÓN DE CARGA REFRIGERADA EN CONTENEDORES***

**Wagner Antônio Coelho**

Mestrado profissional em Administração - Gestão, Internacionalização e Logística pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)  
Professor na UNIVALI

**Luis Eduardo Simão**

Doutor em Engenharia da Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Artigo recebido em 20/03/2019. Revisado por pares em 28/09/2020. Reformulado em 17/03/2021. Recomendado para publicação em 06/04/2021, por Ademar Dutra (Editor Científico). Publicado em 30/04/2021. Avaliado pelo Sistema *double blind review*.

©Copyright 2021 UNISUL-PPGA/Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios. Todos os direitos reservados. Permitida citação parcial, desde que identificada a fonte. Proibida a reprodução total. Revisão gramatical, ortográfica e ABNT de responsabilidade dos autores.

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar um modelo desenvolvido para medir, avaliar e classificar o nível de desempenho da infraestrutura portuária em portos e terminais com operação de carga containerizada *reefer*. Nesse contexto, medir e avaliar o nível de desempenho da infraestrutura portuária e terminais de carga containerizada *reefer* permitirá a análise e auxílio na tomada de decisão dos gestores das empresas clientes e prestadoras desses serviços. Como método, adotou-se a abordagem mista, com objetivos exploratório e descritivo, com uso de questionários estruturados com base nos fatores e indicadores observados na literatura, que foram legitimados junto aos gestores dos principais portos e terminais portuários com operação de carga containerizada *reefer* no sul do Brasil. Os resultados da aplicação empírica do método em cinco terminais demonstraram que o modelo proposto é adequado para medir, avaliar e classificar os portos e terminais, uma vez que conseguiu capturar o desempenho dos melhores níveis de desempenho da infraestrutura portuária para operar serviços com carga containerizada *reefer*.

**Palavras-Chave:** Desempenho; Operação de Serviço; Container *reefer*; Infraestrutura; Porto.

## ABSTRACT

This article aims to present a model developed to measure, evaluate and classify the performance level of port infrastructure in ports and terminals with *reefer* containerized cargo operation. In this context, measuring and evaluating the performance level of the port infrastructure and cargo terminals for handling *reefer* cargo will allow analysis and assistance in decision-making by managers of client companies and providers of these services. As a method, a mixed approach was adopted, with exploratory and descriptive objectives, using structured questionnaires based on the factors and indicators observed in the literature, which were legitimized with the managers of the main ports and port terminals with *reefer* containerized cargo operation in the southern Brazil. The results of the empirical application of the method in five terminals demonstrated that the proposed model was able to measure, evaluate and classify the ports and terminals, since it was able to capture the performance of the best performance levels of the port infrastructure to operate services with containerized cargo *reefer*.

**Keywords:** Performance, Service operation; Container *reefer*; Infrastructure; Port.

## RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar un modelo desarrollado para medir, evaluar y clasificar el nivel de desempeño de la infraestructura portuaria en puertos y terminales con operación de carga refrigerada contenerizada. En este contexto, la medición y evaluación del nivel de desempeño de la infraestructura portuaria y terminales de carga refrigerada contenerizada permitirá analizar y ayudar en la toma de decisiones por parte de los gerentes de las empresas clientes y proveedores de estos servicios. En metodo se adoptó el enfoque mixto, con objetivos exploratorio y descriptivo, utilizando cuestionarios estructurados basados en factores e indicadores observados en la literatura, que fueron legitimados por los administradores de los principales puertos y terminales portuarios con operación de carga refrigerada en contenedores en el sur de Brasil. Los resultados de la aplicación empírica del método en cinco terminales mostraron que el modelo propuesto fue adecuado para medir, evaluar y clasificar puertos y terminales, ya que logró captar el desempeño de los mejores niveles de desempeño de la infraestructura portuaria para operar servicios con contenedores frigorífico de carga.

**Palabras Claves:** Desempeño; Operación de servicio; Contenedor frigorífico; Infraestructura; Puerto.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da containerização voltada à cadeia de frios é observado de forma mais intensa nos últimos anos em países produtores de alimentos dentre os quais se destaca o Brasil, principalmente, em razão da redução de custos possibilitada pela economia de escala no segmento de proteína animal (GALVÃO e ROBLES 2014, ARDUINO et al., 2015, RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2017; 2014). Além disso, o aumento do valor agregado em alguns tipos de commodities, como no caso da carne de frango e de suíno, um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira em tonelagem e em valores, com liderança brasileira no mercado mundial de frangos (FAO 2017), também auxiliou no crescimento da utilização de containers com controle de temperatura para esse tipo de *commodity*.

Dentre os assuntos relacionados a portos especializados em container, foram identificados vários estudos internacionais e nacionais com o objetivo de medir o desempenho relacionado à sua eficiência operacional (CULLINANE et al., 2002; 2004; 2006; BARROS, 2005; 2006, DE OLIVEIRA e CARIU, 2015; WIEGMANS e WITTE, 2017; DONG et al., 2019; CABRAL E RAMOS, 2014; WANKE e BARROS, 2016). Nesse contexto, vários trabalhos de pesquisa já abordaram questões relacionadas à aplicação de métodos relacionados à gestão portuária e a avaliação das infraestruturas portuárias por intermédio da análise de eficiência operacional em terminais portuários de container internacional (CULLINANE e SONG, 2003; BARROS, 2005; CULLINANE et al., 2006; CABRAL e RAMOS, 2014; DE OLIVEIRA; CARIU, 2015; WANKE e BARROS, 2016; WIEGMANS e WITTE, 2017; DONG et al., 2019).

No entanto, verificou-se que ainda existe uma lacuna teórica na literatura com relação ao desenvolvimento de um modelo para avaliar a infraestrutura operacional de terminais portuários de container, especificamente, com relação à movimentação de carga sob controle de temperatura (*reefer*). Alguns autores recomendam a necessidade de maiores investigações sobre a containerização e logística na cadeia de frios, principalmente, em países em desenvolvimento, como no Brasil (RODRIGUE e NOTTEBOOM 2014; RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2017; ARDUÍNO E PAROLA, 2015; GALVÃO E ROBLES, 2014).

Verificou-se também a existência de uma lacuna prática relacionada à necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta, composta de parâmetros específicos para análise e  
Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021.

auxílio na tomada de decisão dos gestores das empresas clientes e prestadoras de serviço dos portos e terminais, devido as especificidades relacionadas aos terminais de container *reefer*. Assim, o foco de análise desse artigo, trata, especificamente, do desempenho das operações de serviço de portos e terminais de acordo com as especificidades de infraestrutura portuária necessárias para esse tipo de operação.

A partir das lacunas teórica e prática identificadas, e, considerando a importância e especificidades dos terminais especializados para movimentação de carga containerizada *reefer*, surge o problema de pesquisa desse artigo: Como medir o nível de desempenho relacionado à infraestrutura operacional de terminais portuários de container com movimentação e armazenagem de carga sob controle de temperatura?

Para responder à pergunta de pesquisa proposta, essa pesquisa tem como objetivo geral apresentar um modelo para mensurar o nível de desempenho relacionado à infraestrutura operacional para cargas containerizadas sob controle de temperatura (*reefer*).

Para isso, esse trabalho foi organizado em cinco seções. Na primeira seção, contextualiza-se o tema; na segunda seção, apresenta-se a revisão de literatura, com a exposição dos principais conceitos relacionados aos aspectos sobre containerização e operação portuária com carga containerizada *reefer*, além de modelos de avaliação de desempenho existentes; na terceira discorre-se sobre os procedimentos metodológicos utilizados; na quarta, são apresentados o modelo desenvolvido e os resultados de sua aplicação; e, na quinta são descritas as conclusões, limitações e recomendações para futuras pesquisas sobre o tema.

## **2 REVISÃO TEÓRICA**

O desenvolvimento das tecnologias de refrigeração, possibilitou a utilização de vários meios para a distribuição física de produtos sob controle de temperatura, os quais podem ser transportados em caminhões refrigerados e vagões, navios de carga refrigerados e porta containers *reefer*, bem como no transporte aéreo, com a observação de uma série de tarefas para preparar, armazenar, transportar e monitorar produtos sensíveis à temperatura (RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2017).

Com a evolução da containerização e o desenvolvimento da economia de escala, a utilização do container *reefer* para distribuição física da cadeia de frios passou trazer vantagens de custo, agilidade e otimização da armazenagem e transporte. Nesse sentido, alguns produtos perecíveis antes transportados em navios frigoríficos passaram a migrar para o sistema de containerização (FILINA-DAWIDOWICZ e FILIN, 2008; ARDUÍNO e PAROLA, 2015; GALVÃO e ROBLES, 2014; RODRIGUE e NOTTEBOM, 2014, CEPAL 2013).

A tendência de migração da carga sob controle de temperatura de navios frigorificados para container *reefer*, confirma os estudos de vários autores (ARDUINO e PAROLA, 2015; GALVÃO e ROBLES, 2014; RODRIGUE e NOTTEBOM, 2014), alcançaram 76,8% das operações com carga sob controle de temperatura em container *reefer* e 23,2% em navios *reefer* (APM Terminals, 2016). O estudo apresenta uma projeção de que até 2020, o market share dos containers *reefer* aumentará ano a ano até 2020, quando responderá por 82% do mercado (APM Terminals, 2016). A migração de cargas se relaciona ao fato de que utilização do container na cadeia de suprimentos evita o manuseio da mercadoria em operações de carga e descarga entre os diversos intervenientes do canal de distribuição internacional, recurso ainda mais importante para os produtos perecíveis com característica de fragilidade no manuseio (RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2017; 2014).

Diante da tecnologia implementada no container *reefer* com equipamento de refrigeração e isolamento térmico para garantir a qualidade e integridade dos produtos perecíveis, este possui vantagens na sua utilização diante da unitização única do produto no container e sua movimentação entre a origem e o destino (RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2017, 2014; GALVÃO E ROBLES, 2014). Segundo Rodrigue et al. (2017), a tecnologia tem um preço bastante alto quando comparados os containers *reefer* e *dry*, com os custos de manuseio do equipamento *reefer*, manutenção, transporte e armazenagem, muito superiores ao custo de utilização do container *dry*, e, até mesmo, muito maiores do que o transporte em navios frigoríficos (ARDUÍNO; PAROLA, 2015; GALVÃO; ROBLES, 2014; RODRIGUE; NOTTEBOM, 2014).

Entretanto, a investigação realizada por Galvão e Robles (2014), indicaram que o transporte de produtos frigoríficos como um nicho de mercado rentável, apesar dos custos de

operação mais elevados e de uma cadeia de suprimentos muito exigente em termos de infraestrutura. Os dados coletados apontam para uma grande participação do mercado relacionada ao mercado de carnes, aproximadamente 75% do total transportado pela via marítima, com necessidade de utilização de portos e terminais portuários especializados em carga containerizada *reefer*.

## 2.1 CARACTERÍSTICAS DOS PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS DE CONTAINER COM OPERAÇÃO DE CARGA CONTEINERIZADA SOB CONTROLE DE TEMPERATURA (*REEFER*)

A utilização do container e dos terminais portuários de container são peças importantes nas estratégias das cadeias de suprimentos globais relacionadas aos suprimentos e à distribuição em diversos segmentos com sua utilização para unitização e transporte de mercadorias (LEE e SONG, 2017; GUERRERO; RODRIGUE, 2014; LEVINSON, 2006).

Nesse contexto, a atividade desenvolvida pelos portos é de extrema importância para economia e para a cadeia de suprimentos, diante da relevância do transporte marítimo de mercadorias para o comércio internacional, por consistir num nó na rede de transporte que permite a movimentação de carga de um modo de transporte para outro, permitindo dessa forma conectividade às cadeias de suprimento dos embarcadores (RODRIGUE et al. 2017; LEE e SONG, 2017).

Os terminais portuários de containers, em termos gerais, podem ser descritos como sistemas abertos de fluxo de mercadorias com duas interfaces externas (STEENKEN et. al, 2004). Essas interfaces são o cais com carga e descarga de navios, e, o lado de terra onde os containers são carregados e descarregados de caminhões e trens. Os containers são armazenados em pilhas, com objetivo de facilitar a operação de cais e terra. Dessa forma, os terminais portuários de container necessitam de equipamentos especializados para movimentação de containers, um investimento considerável para possibilitar sua operacionalização, bem como de áreas específicas para armazenagem de containers cheios destinados aos fluxos de importação e exportação, bem como, de containers vazios utilizados pelos armadores em reposicionamento (LEE e SONG, 2017; HARTMANN, 2012; NOTEBOOM e RODRIGUE, 2008; STEENKEN et. al, 2004).

Por sua vez, o crescimento do transporte intermodal de containers *reefers* exigiu cada vez mais a preparação de áreas específicas para armazenagem de equipamento refrigerados, com tomadas de energia adjacentes e mão-de-obra intensiva, pois cada contêiner deve ser conectado e desconectado manualmente e a temperatura deve ser monitorada regularmente, pois é responsabilidade do operador do terminal assegurar que os containers *reefers* mantenham suas temperaturas dentro de intervalos predefinidos (RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2014). Além disso, vários autores destacam a importância de uma equipe de monitoramento e pronta resposta para prestar serviços de ligar, desligar e atender e solucionar as chamadas para reparos, com profissionais especializados em refrigeração e na área elétrica, e todos os equipamentos necessários para a manutenções e deslocamentos dentro do terminal e acesso as unidades empilhadas (FILINA-DAWIDOWICZ e FILIN, 2008; HARTMANN, 2012). Ainda, Filina-Dawidowicz, e Fillin (2008) realizaram uma análise de riscos relacionados ao suprimento de energia elétrica para os containers *reefer* em portos da Polônia, e destacam a necessidade de um sistema integrado com dispositivos para transmissão/recepção remota e processamento de informações atualizadas sobre as condições climáticas dentro dos containers, para possibilitar uma pronta resposta pela equipe de manutenção.

Em resumo, a complexidade envolvida nos sistemas dos terminais de container *reefer* necessita de atenção especial por se lidar com produtos perecíveis e impactar diretamente na qualidade e integridade do produto, numa prestação de serviço com alto valor agregado, e, custos também elevados (RODRIGUE e NOTTEBOM, 2017, 2014; ARDUÍNO E PAROLA, 2015; GALVÃO E ROBLES, 2014; MANZINI et al., 2014).

Em relação à infraestrutura/superestrutura portuária relacionada aos containers *reefer* Galvão e Robles (2014), analisam 25 portos com movimentação de container *reefer* e mencionam a importância da profundidade de acesso do canal de navegação para embarcações com calados maiores, área de armazenagem dedicada aos *reefers* e preparadas com tomadas. Os autores apresentam o ranking com os principais terminais portuários movimentadores de carga sob controle de temperatura em TEUs, e, com a quantidade de tomadas *reefer* por terminal.

Em resumo, todas as pesquisas destacam como fator predominante a necessidade de área de armazenagem especializada com fornecimento de energia elétrica por intermédio de tomadas para ligar os containers *reefer*, bem como, mão obra disponível para ligar/desligar e monitorar a temperatura desses equipamentos.

## 2.2 MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS DE CONTAINER COM OPERAÇÃO DE CARGA CONTEINERIZADA *REEFER*

A importância da medição do desempenho em atingir as metas e objetivos organizacionais culminou nos últimos anos, em um aumento substancial na pesquisa sobre sistemas de medição de desempenho (BALFAQIHA et al., 2016; BITITCI et al., 2012; ENSSLIN et al., 2017; FRANCO-SANTOS et al., 2007; TATICCHI et al., 2010). Neely, Gregory e Platts (1995) definem um sistema de medição de desempenho (SMD) como um conjunto de métricas usado para quantificar a eficiência e eficácia das ações.

Um SMD também desempenha um papel fundamental em uma cadeia de suprimentos (CS), uma vez que permite que as empresas avaliem, gerenciem e controlem continuamente as atividades para alcançar objetivos (ELGAZZAR et al., 2019; SIMÃO et al., 2021). Um sistema de medição e avaliação do desempenho para cadeias de suprimentos (SMADCS) pode ser definido como “um sistema balanceado e dinâmico que permite o suporte ao processo de tomada de decisão através do recolhimento, elaboração e análise de informações (NEELY et al. 2001)”. Para isso, um sistema de medição e avaliação de desempenho para cadeias de suprimentos deve utilizar uma abordagem integrada e possuir três elementos chave: (1) as métricas; (2) alinhamento dos métodos de medição do desempenho através das empresas da cadeia de suprimentos; e (3) o desenvolvimento de um sistema de medição e avaliação do desempenho (HOLMBERG, 2000). As métricas são as medidas de desempenho (ou indicadores) usadas para quantificar a eficiência e eficácia de uma ação (NELLY et al. 1995). Uma métrica (indicador) permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, tendo como característica principal a de poder sintetizar diversas informações retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (NEELY et al. 2001; HOLMBERG, 2000). A partir de então, é necessário o alinhamento dos métodos de medição do desempenho através das empresas da cadeia de suprimentos, e, também, o desenvolvimento de um sistema de

medição e avaliação do desempenho formado pelo conjunto de métricas usado para quantificar a eficiência e eficácia das ações tomadas no gerenciamento da rede (HOLMBERG, 2000).

A medição e avaliação do desempenho portuário tem recebido atenção considerável nos últimos anos (DONG et al, 2019). Coelho et al. (2018), identificaram a medição e avaliação do desempenho operacional de portos e terminais portuários de container, como um dos principais temas investigados no campo de containerização e porto. De forma geral, a pesquisa relacionada a medição e avaliação do desempenho operacional pode ser dividida em três linhas de pesquisa: (i) operações de serviço; (ii) governança e (iii) ambiental (DONG et al., 2019).

No contexto de operações de serviço, foco dessa pesquisa, a literatura sobre medição e avaliação de desempenho de portos geralmente pode ser categorizada em: (1) estudos de eficiência operacional de portos (CULLINANE et al. 2004; BARROS e ATHANASSIOU, 2004; CULLINANE e TALLEY, 2006; CULLINANE e WILMSMEIER, 2011; CULLINANE, WANG e SONG, 2016; YANG e CHEN 2016; ENSSLIN, et. al, 2017; DONG et. al, 2019) e (2) estudos de indicadores de desempenho de eficácia de portos (TALLEY et. al, 2014; WU e LIN 2008; WU e GOH 2010; WU, YAN e LIU, 2010; WILMSMEIER et. al, 2013; ESTRADA, et. al, 2017). A maioria das pesquisas utiliza DEA (Data Envelopment Analysis) (ENSSLIN, et. al, 2017; COELHO et. al, 2018). Algumas pesquisas na medição e avaliação de desempenho de portos com uso de abordagens mistas, tais como o método de processo de análise hierárquica AHP (Analytic Hierarchy Process) (LIRN, T. C. et al, 2004; CHOU, 2010) e MCDA (MADEIRA et. al, 2012).

No entanto, não foram identificadas pesquisas sobre a medição e avaliação relacionada à infraestrutura de operação com carga containerizada *reefer*, apenas estabeleceram uma classificação dos serviços em terminais portuários de container e nos armazéns refrigerados que dão suporte a operação de carga sob controle de temperatura, com divisão em serviços básicos, adicionais, específicos e logísticos (FILINA-DAWIDOWICZ E POSTAN, 2015).

Com base na classificação adotada por Filina-Dawidowicz e Postan (2015), foi desenvolvida uma pesquisa empírica nos principais portos portugueses (FILINA-Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021).

DAWIDOWICZ, SANTOS e SOARES, 2016), com o objetivo de realizar a classificação dos portos e seus terminais com relação ao nível de serviço e suas respectivas infraestruturas. Nessa pesquisa, os autores modificaram a forma de divisão da classificação realizada por Filina-Dawidowicz e Postan (2015), com a supressão do nível de serviço específico e nova divisão apenas com serviços básicos e adicionais relacionados com indicadores de infraestrutura portuária. Para possibilitar a análise do nível de serviço portuário para cargas sob controle de temperatura, Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016) utilizaram como indicadores o número de tomadas *reefer*, equipamentos usados no pátio para mover os containers, número de empilhamento máximo de containers, modo de transporte para levar/trazer containers da hinterlândia, conforme quadro 1.

Além disso, os autores realizaram uma projeção com base na aplicação da ferramenta de *forecasting*, considerando o número de tomadas *reefer* nos terminais vinculadas à movimentação em TEU's de container *reefer* no ano de 2014, com crescimento presumido da movimentação em TEU's pela ferramenta até 2020.

Quadro 1 – Classificação de portos terminais portuários de container

Serviços	Descrição do serviço	Infraestrutura portuária necessária
<i>Básicos</i>		
Carga e descarga	Transferência do contêiner entre o meio de transporte utilizado e o pátio do porto, e, do cais para o navio e vice-versa. Conferência visual do contêiner.	Berço, pátio, equipamentos de movimentação.
Transferência	Movimentação interna do contêiner (deslocamento) entre o cais e o pátio ou vice-versa.	Estradas internas no pátio.
Armazenagem	Local de armazenagem de contêineres designado no pátio com conexão a energia elétrica; com controle visual e monitoramento de temperatura.	Pátio dedicado para armazenagem de container <i>reefer</i> com tomadas e monitoramento.
<b>Serviços Adicionais</b>		
Pesagem	Verificação do peso total do container.	Balanças para pesagem.
Controle aduaneiro e fitossanitário	Verificação da qualidade da carga contida no contêiner; emissão de certificados de qualidade da carga e adequação a controles aduaneiro e fitossanitário.	Armazéns ou local especial para controle aduaneiro e fitossanitário.
Escâner	Utilização de escâner para detectar a carga contida no interior do contêiner e evitar contrabando.	Escâner.

Lavação	Limpeza do interior do contêiner, removendo restos de materiais e preparando o equipamento para uma nova operação de uso.	Pátio separado equipado com fornecimento de água e sistema de esgoto.
Reparos	Reparos do equipamento de refrigeração do contêiner em casos de defeito; verificação dos dispositivos e sistema de operação.	Armazéns para peças de reposição de unidades de refrigeração, pátio separado.

Fonte: Adaptados de Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016)

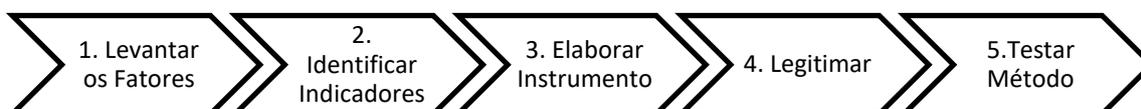
A seção a seguir detalha o método de pesquisa utilizado nesse artigo.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Essa seção apresenta a metodologia de pesquisa utilizada para a construção desse artigo, considerando a revisão da literatura relacionada a medição e avaliação do desempenho da infraestrutura operacional de portos e terminais de containers *reefer*. Adotou-se uma abordagem mista (qualitativa e quantitativa) no tipo de pesquisa exploratória descritiva (revisão bibliográfica e legitimação), utilizando como metodologia a aplicação de questionário estruturado, na forma de estudos de casos múltiplos, o que permitiu medir e avaliar e classificar os portos e terminais.

As etapas do método de pesquisa utilizado para desenvolver um modelo para medir, avaliar e classificar o nível de desempenho da infraestrutura operacional de portos e terminais portuários de container com operação de carga sob controle de temperatura foi dividido em cinco etapas, conforme demonstrado na figura 1.

Figura 1 - Método de pesquisa



Fonte. Elaborado pelos autores (2021). (2021).

Cada etapa do método é descrita a seguir.

#### 3.1 LEVANTAR FATORES

Em primeiro lugar, levantou-se os principais fatores relacionados aos serviços e infraestrutura necessários para operação portuária de carga containerizada e, identificou-se os indicadores relacionados aos respectivos fatores. Para isso, foi realizada uma pesquisa

bibliométrica sobre containerização e porto nas bases de dados Web of Science (WOS), SCOPUS, Scielo e Google Academico, no período de 1997 até 2017, com manipulação dos dados por dois recortes temporais 1997-2006, e, 2007-2017. Na coleta de dados foram empregados os descritores container\* and “port”, utilizando-se o campo de pesquisa Tópico, que engloba a consulta ao título, o resumo e as palavras-chave. Com base nos descritores utilizados e dentro das limitações das bases de dados utilizadas, observaram-se poucas pesquisas sobre logística portuária de carga sob controle de temperatura, no mundo, e, em menor número no Brasil, de modo que se observou uma lacuna nesse tema no Brasil.

Diante dos poucos estudos específicos sobre classificação de portos e terminais portuários de container, destacou-se o sistema de classificação desenvolvido por Filina-Dawidowicz e Postan (2015), aplicado em portos e terminais portugueses por Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016), com base no nível de serviço e na infraestrutura portuária. Assim, com base nos estudos de Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016) foram selecionados para essa pesquisa 11 fatores para operação de carga sob controle de temperatura, alguns deles como a movimentação em TEUs *reefer* corroborada em por outros pesquisadores, conforme quadro 2.

Quadro 2: Fatores determinantes para operação portuária de carga sob controle de temperatura

<b>Fatores</b>	
<b><i>Serviços Básicos</i></b>	<b><i>Infraestrutura necessária</i></b>
1 - Carga e descarga	Cais, equipamentos de movimentação.
2 – Transferência Interna	Estradas internas no pátio. Veículos e equipamentos de movimentação.
3 - Transferência externa (hinterlândia)	Distância (proximidade entre a produção e o porto). Tipo do modo de transporte para ligar a hinterlândia ao terminal
4 – Armazenagem	Pátio dedicado para armazenagem de contêiner <i>reefer</i> com tomadas e monitoramento.
<b><i>Serviços Adicionais</i></b>	<b><i>Infraestrutura necessária</i></b>
5 – Pesagem	Balanças para pesagem.
6 - Controle aduaneiro e fitossanitário	Armazéns/ local interno especial para controle aduaneiro e fitossanitário.

	Armazéns/ local externo especial para controle aduaneiro e fitossanitário.
7 – Escâner	Escâner
8 – Lavação	Pátio separado equipado com fornecimento de água e sistema de esgoto.
9 – Reparos	Armazéns/Oficina (interno) para peças de reposição de unidades de refrigeração. Pequenos reparos e PTI.
	Armazéns/Oficina (externos) para peças de reposição de unidades de refrigeração. Reparos em geral e PTI.
10 - Armazenagem externa	Armazéns externos com infraestrutura para carga sob controle de temperatura e container <i>reefer</i> .
<b>Movimentação</b>	<b>Infraestrutura necessária</b>
11 - Movimentação de containers e cargas	Quantidade de número de TEUs <i>reefer</i> (só cheio) movimentados no Terminal/Porto

Fonte. Adaptado de Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016).

Dessa forma, considerou-se 3 atributos: (1) serviços básicos, (2) serviços adicionais, e (3) movimentação, onde foram distribuídos 11 fatores importantes para analisar o nível de desempenho com relação a operação com carga containerizada sob controle de temperatura.

### 3.2 IDENTIFICAR OS INDICADORES

No quadro 3, são relacionados os 11 fatores identificados no quadro 2, e os 25 indicadores relacionados a serviços básicos de operação portuária de containers em geral utilizados por pesquisadores na literatura internacional e nacional (BARROS, 2005; CULLINANE et al., 2006; CABRAL; RAMOS, 2014; DE OLIVEIRA; CARIU (2015); WANKE e BARROS, 2016), e outros específicos de terminais com movimentação de carga sob controle de temperatura em containers *reefer* (RODRIGUE e NOTTEBOM, 2017, 2014; FILINA-DAWIDOWICZ, SANTOS, SOARES; 2016; ARDUÍNO E PAROLA, 2015; GALVÃO E ROBLES, 2014).

Quadro 3- Relação entre fatores e indicadores da infraestrutura logística necessária para operação de carga sob controle de temperatura

Fatores		Indicadores
Serviços Básicos	Infraestrutura necessária	
1) Carga e descarga	Cais, equipamentos de movimentação.	1.1 - Profundidade do canal de acesso aquaviário com mais de 11(m) 1.2 - Extensão do cais com mais de 350 m

Fatores		Indicadores
Serviços Básicos	Infraestrutura necessária	
		1.3 - Equipamento de cais para carga e descarga de navio ( <i>ship to shore</i> )
2) Transferência Interna	Estradas internas no pátio. Veículos e equipamentos de movimentação.	2.1 - Caminhões e/ou <i>terminal tractors</i> (S/N) 2.2 - Empilhadeiras ( <i>reach stacker</i> ) (S/N) 2.3 – RTGs (S/N)
3) Transferência externa (hinterlândia)	Distância (proximidade entre a produção e o porto). Tipo do modo de transporte para ligar a hinterlândia ao terminal	3.1- Transporte rodoviário; transporte ferroviário; e transporte aquaviário.
4) Armazenagem	Pátio dedicado para armazenagem de contêiner <i>reefer</i> com tomadas e monitoramento.	4.1 - Área total para armazenagem de container (m <sup>2</sup> ) 4.2 - Capacidade estática total do terminal – TEU's 4.3 - Area dedicada ctn. <i>reefer</i> cheio (m <sup>2</sup> )? 4.4 - capacidade estática para container <i>reefer</i> (TEUs) 4.5 - número de tomadas (un.) 4.6 - colaboradores dedicados para ligar, desligar e monitorar os containers <i>reefer</i> (S/N) 4.7 - quantidade de sobreposição vertical de containers <i>reefer</i> (un.)
5) Pesagem	Balanças para pesagem.	5.1 - balança para pesagem (S/N)
6) Controle aduaneiro e fitossanitário	Armazéns/ local interno especial para controle aduaneiro e fitossanitário.	6.1 - Área dedicada para controle aduaneiro e fitossanitário (S/N)
	Armazéns/ local externo especial para controle aduaneiro e fitossanitário.	6.2 - armazéns/locais externos com serviços de certificação sanitária e controle aduaneiro de carga sob controle de temperatura, fora do terminal, num raio de 20 km do terminal (un.)
7) Escâner	Escâner	7.1 - Escâner (S/N)
8) Lavação	Pátio separado equipado com fornecimento de água e sistema de esgoto.	8.1 - local para lavação de container <i>reefer</i> com tratamento de esgoto (S/N)
9) Reparos	Armazéns/Oficina (interno) para peças de reposição de unidades de refrigeração. Pequenos reparos e PTI.	9.1 - Local com disponibilidade de peças, mão de obra especializada para reparos de container e PTI no terminal (S/N)
	Armazéns/Oficina (externos) para peças de reposição de unidades de refrigeração. Reparos em geral e PTI.	9.2 - Local com disponibilidade de peças, mão de obra especializada para reparos de container e PTI num raio de 20 km do terminal (S/N)
10) Armazenagem externa	Armazéns externos com infraestrutura para carga sob controle de temperatura e container <i>reefer</i> .	10.1 - Depot exclusivo de armadores num raio de 20 km do terminal (S/N) 10.2 - Quantidade (número posição porta pallet – (un.) em armazéns refrigerados, num raio de 20 km do terminal?

Fatores		Indicadores
Serviços Básicos	Infraestrutura necessária	
11) Movimentação de containers e cargas	Quantidade de número de TEUs reefer (só cheio) movimentados no Terminal/Porto	11.1 - número de TEUs reefer (só cheio) movimentados por ano (média dos últimos dois anos) 11.2 - percentual de movimentação em TEUs reefer (só cheio) movimentados por ano (média dos últimos dois anos) comparada a movimentação de TEUs cheios no terminal

Fonte: Elaborado pelos autores (2021). (2020).

### 3.2.1 Atribuição de critérios e pesos aos indicadores

Além disso, também, atribuiu-se critérios aos indicadores e uma relação com a pontuação para cada um deles com utilização de escala *Likert*, em razão das principais infraestruturas observadas no Brasil, com objetivo de ajustá-los no pré-teste.

Como critérios para os indicadores com maior relação com a operação específica de carga containerizada sob controle de temperatura, bem como, com nas informações disponíveis nos sítios eletrônicos das empresas analisadas e dos órgãos públicos, buscou-se as melhores infraestruturas no Brasil, e, se estabeleceu uma relação com escala *Likert* de 1 a 5 pontos.

Por sua vez, para os indicadores relacionados a operação de container em geral, bem como, com menor quantidade de informações disponíveis nos sítios eletrônicos das empresas analisadas e dos órgãos públicos, utilizou-se de escala binária, com 1 ponto quando não identificado a infraestrutura/serviço e, 5 pontos, quando presente a infraestrutura/serviço.

Nessa etapa, incluiu-se um segundo questionário com atribuição de pontos para os indicadores do nível da infraestrutura operacional dos terminais em carga com necessidade de controle de temperatura, com duas formas de distribuição de pontos. Primeiro, realizou a verificação de existência ou não do indicador. Nesse caso, foi atribuído 5 pontos, quando verificado com a resposta for sim, e, 1 ponto quando a resposta verificada for não, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Pontuação do nível da infraestrutura portuária para carga sob controle de temperatura

Nível da Infraestrutura	Nível da Infraestrutura	
Existência do indicador	Muito alto	5
	Alto	4

Sim	5	Básica	3
Não	1	Baixo	2
		Muito Baixo	1

Fonte: Adaptado de Lee, Yen e Tsai, 2008.

Segundo a atribuição de pontos para outros indicadores levou em consideração uma escala *Likert* de 5 pontos, onde a nota 5 para o nível excelente, a nota 4 para bom, nota 3 para comum, nota 2 para fraco, e, nota 1 para inaceitável, conforme tabela 2.

### 3.2.2 Elaboração da equação para pontuação

Esse modelo proposto utiliza como forma de avaliação e classificação por terminais uma abordagem híbrida, adaptada de Filina-Dawidowicz, Santos, Soares (2016), e os critérios propostos por Lee, Yen e Tsai (2008), com uso de escala *Likert* para uma fase qualitativa e outra quantitativa.

Assim, construiu-se um modelo para possibilitar verificar a importância atribuída por especialistas para cada fator observado no estado da arte, com atribuição de pesos por intermédio de escala *Likert*. Posteriormente, num segundo momento, planejou-se a segunda etapa, com abordagem quantitativa, com vinculação dos indicadores e seus critérios com pesos vinculados a escala *Likert*, e, correlacionados aos respectivos fatores.

Dessa maneira, a pontuação média de importância de um fator atribuída pelos especialistas, pode ser multiplicada pelo resultado da pontuação dos seus respectivos indicadores, com possibilidade de, ao final, obter a soma da pontuação de todos os indicadores e obtenção de um índice para classificação dos portos e terminais portuários com movimentação de carga containerizada sob controle de temperatura com relação ao seu desempenho da infraestrutura operacional.

Para se chegar à pontuação por terminal, multiplica-se a pontuação de importância do fator (IF), por intermédio do peso da média ponderada atribuídas pelos especialistas para cada fator, pela pontuação identificada dos indicadores do nível de infraestrutura operacional (NIO).

Em seguida, somam-se os pontos relacionados a todos os indicadores (IFxNIO), e chega-se ao estabelecimento do nível de desempenho da infraestrutura do terminal, Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021.

denominado de índice de especialização em operação portuária para cargas sob controle de temperatura (IEOPCCT), conforme equação 1.

$$\text{IEOPCCT} = (\text{IF} \times \text{NIO}) \quad (1)$$

Nesse sentido, quanto maior a pontuação relacionada ao nível de desempenho com relação à infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura, maior será o nível de especialização dos terminais de container analisados.

### 3.3 INSTRUMENTO

Após, desenvolvido o método, foi construído um instrumento para legitimação do método, dividido em quatro partes, a primeira delas com explicação do instrumento e do método e critérios de pontuação para fatores e indicadores. Na sequência, apresentam-se o questionário 'A' com escala *Likert* relacionado à importância dos fatores e, o segundo questionário 'B', com os indicadores também com escala *Likert*.

Além das perguntas objetivas vinculadas aos dois questionários estruturados com escala *Likert*, também foram incluídas quatro perguntas abertas sobre a adequação das questões com uso da escala *Likert* aos objetivos específicos dessa pesquisa, bem como, sobre a possibilidade existência de algum outro fator determinante para operação e/ou indicadores relacionados. A terceira pergunta tem o objetivo de averiguar a adequação do sistema de pontuação vinculado aos fatores e indicadores, para atendimento do terceiro e quarto objetivo específico. Por sua vez, a última pergunta tem objetivo de verificar a adequação do modelo para medição e classificação do nível da infraestrutura operacional dos terminais portuários de container com operação de carga sob controle de temperatura.

### 3.4 LEGITIMAR

Essa etapa, teve como objetivo legitimar o método e o instrumento desenvolvido, com os fatores e indicadores. A legitimação foi aplicada na forma de painel à 5 especialistas da área. Contudo, antes da legitimação foram realizados um pré-teste para refinamento e ajustes dos fatores, indicadores e método proposto.

#### 3.4.1 Pré-teste

O pré-teste foi utilizado como uma forma de identificar e corrigir possíveis falhas que podem ocorrer na aplicação do instrumento de coleta de dados durante a investigação. Deve ser verificado em amostra de população com as mesmas características ou em um grupo reduzido do local no qual será aplicada a pesquisa. Para Lakatos e Marconi (2010, p. 148), o pré-teste “[...] consiste em testar os instrumentos de pesquisa sobre uma pequena parte da população do “universo” ou da amostra, antes de ser aplicado definitivamente, a fim de evitar que a pesquisa chegue a um resultado falso”. Assim, foi realizado um pré-teste com um (1) especialista por intermédio de aplicação do instrumento e entrevista pessoal.

O pré-teste foi realizado por intermédio de aplicação do instrumento e entrevista pessoal com especialistas que é gerente de planejamento da APM Terminals Itajaí, profissional com atuação no segmento portuário há mais de quinze anos, no setor operacional do terminal portuário TECONVI, no porto de Itajaí, por 05 anos (2003-2007), gerente operacional do Terminal Portuário Teporti, localizado em Itajaí-SC, por três anos (2011-2013), gerente de planejamento da sede dos *depots* da APM Terminals no Brasil, localizado em Itajaí-SC, por dois anos (2014-2015), gerente de planejamento da APM Terminals no Porto de Itajaí-SC, por dois anos (2016-2017), e, desde 03/2018, desempenha a função de gerente de planejamento no terminal APM Terminals, no Porto de Buenos Aires, Argentina.

Durante a realização do pré-teste foram analisados um a um os fatores e os indicadores com seus respectivos critérios e pesos, com alguns pequenos ajustes nos critérios de profundidade e tamanho do berço, com objetivo de adequá-los aos navios maiores que estão em operação nos portos e terminais portuários brasileiros.

### **3.4.2 Ajustes**

Após a realização do pré-teste por intermédio de aplicação do instrumento e entrevista pessoal com especialista que é gerente de planejamento da APM Terminals Itajaí, sendo que o instrumento sofreu apenas ajustes relacionados ao texto.

### **3.4.3 Legitimação com especialistas**

A legitimação dos fatores, indicadores e método proposto foi realizada junto a cinco (5) especialistas, quanto à adequação do método proposto para mensurar, avaliar e classificar  
Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021.

o nível de desempenho da infraestrutura portuária para operações com carga sob controle de temperatura, considerando os atributos, fatores e indicadores utilizados.

Com o aperfeiçoamento e aprovação do instrumento realizado por intermédio do pré-teste do método proposto, passou-se a realização da legitimação do método e instrumento junto aos especialistas com notório conhecimento e atuação na gestão portuária, conforme descrição a seguir:

a) Especialista 1 - desenvolve atividade no Porto de Itajaí há mais de 38 anos, e já ocupou a função de Diretor Operacional por diversos anos, atualmente, desenvolve a função de Assessor da Superintendência do Porto de Itajaí, com responsabilidades por coordenar as gerencias operacional, do meio ambiente e segurança.

b) Especialista 2 - atua na área portuária há mais de 40 anos, foi um dos gestores responsáveis por implantar o Terminal de Contêineres de Itajaí – TECONVI, ocupando a função de Diretor Superintendente do terminal entre 2002 e 2006. Desde então, até o presente momento, 05/2018, ocupa a função de Diretor do Órgão Gestor de Mão de Obra Avulsa no Porto de Itajaí.

c) Especialista 3 – possui atuação na área portuária há mais de 16 anos, onde desenvolve função de Diretor de Operações na empresa APM Terminals de Itajaí.

d) Especialista 4 - possui atuação na área portuária há mais de 10 anos, desde o início das atividades da Portonave, e, desempenha a função de gerente comercial da empresa.

e) Especialista 5 - possui atuação na área logística há mais de 6 anos, onde desenvolve atividade de coordenador institucional e de meio ambiente do Terminal de Contêiner de Paranaguá, há dois anos.

### 3.5 TESTAR O MÉTODO

A última etapa da metodologia foi realizar o teste empírico do método junto à cinco (5) portos e terminais portuários da região sul do Brasil, nos quais se realizam mais de 60% de todas as operações portuárias de carga sob controle de temperatura.

Na próxima seção são apresentados os resultados da pesquisa.

## 4 RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa foram divididos em quatro partes: (1) legitimação com painel de especialistas, (2) apresentação do método para mensurar o nível de desempenho com relação à infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura; (3) aplicação empírica do método e as suas (4) implicações teóricas e práticas.

### 4.1 LEGITIMAÇÃO COM ESPECIALISTAS

O processo de legitimação de uma pesquisa científica significa estabelecer o aceite ou não da estrutura do modelo proposto, sob aspectos práticos e teóricos, com base na análise do trabalho que se desenvolveu (NETEMEYER, BEARDEN e SHAMA, 2003). Nesta fase da pesquisa buscou-se determinar ou não o aceite e a legitimação por parte dos especialistas no tocante aos: (i) fatores selecionados para avaliar o desempenho da estrutura operacional dos terminais e portos com movimentação de containers *reefer*; (ii) indicadores selecionados para mensurar o desempenho da estrutura operacional dos terminais e portos com movimentação de containers *reefer*; e (iii) o método proposto para mensurar, avaliar e classificar o desempenho da estrutura operacional dos terminais e portos com movimentação de containers *reefer*.

Os resultados da legitimação indicaram que todos os especialistas que participaram da mesma, entenderam como positiva a relação entre os fatores e indicadores com seus respectivos critérios apresentados nos questionários do instrumento, bem como o método proposto no sentido de permitir a mensuração, avaliação e classificação de terminais portuários de container com base no nível de desempenho em relação a infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura. Nesse sentido, segundo o especialista

1, o método, os fatores e indicadores com seus respectivos critérios “estão de acordo e pertinentes com o nível de exigências relacionados com os aspectos operacionais e comerciais relacionados ao segmento específico que está sendo analisado. Levando em consideração as necessidades e exigências dos clientes (exportadores/importadores), armadores transportadores de cargas, bem como, as exigências dos órgãos intervenientes que atuam nessa atividade”. Segundo o especialista 2, a análise e avaliação do método, fatores e indicadores por diversos especialistas possibilita uma análise adequada para a sua validação, considerando cada especialista em função de suas próprias atividades. Para o especialista 1, o método proposto é adequado por ser abrangente e levar em consideração os principais aspectos e variáveis que são pertinentes ao segmento de carga sob controle de temperatura em containers *reefer*.

Com relação à existência de outro fator e/ou indicador relacionado à infraestrutura operacional portuária para cargas sob controle de temperatura que pode ser acrescentado ou retirado dos questionários, também se verificou consenso entre os especialistas, com resposta positiva. No entanto, o especialista 4 destacou, que em sua opinião, haver dúvidas na relação com as linhas marítimas, pois possuem um impacto muito grande no desempenho *reefer* do terminal. Segundo esse especialista “a negociação e/ou vinculação com os armadores para uso específico de um terminal, pode alterar de forma significativa o desempenho de um terminal e dos demais nesse segmento”. Aqui, o especialista 3, também, acrescentou a possibilidade de utilização como critério a utilização de sistema de monitoramento online dos equipamentos de refrigeração. Embora reconheça que nenhum terminal portuário no Brasil possua essa tecnologia. Por sua vez, o especialista 1 ressaltou que “muito embora alguns pontos elencados são exigências ou necessidades para qualquer segmento de carga movimentado no terminal, seja ela “*reefer*” com necessidade de controle de temperaturas ou “*dry*”. Contudo, sendo um terminal portuário movimentador de cargas com controle aduaneiro e com necessidades de demais órgãos intervenientes são comuns a todo o tipo de movimentação realizada em um terminal portuário e necessitam ser relacionados”.

A resposta igualmente foi positiva para todos os especialistas, quando foram questionados se no seu entendimento o alinhamento do método e a forma do cálculo para elaboração do índice na presente pesquisa foi adequada para possibilitar à medição, avaliação

Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021.

e classificação do nível de infraestrutura portuária para operações com cargas com necessidade de controle de temperatura.

Por fim, ao se questionar se método proposto atinge aos objetivos de mensurar, avaliar e classificar terminais portuários de container com base no nível do desempenho em relação à infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura, todas as respostas também foram positivas. Apenas, com uma ressalva realizada por especialista 4, quanto à questão de possível distorção provocada no desempenho dos terminais em razão do condicionamento de linhas marítimas por determinados armadores especializados nesse segmento.

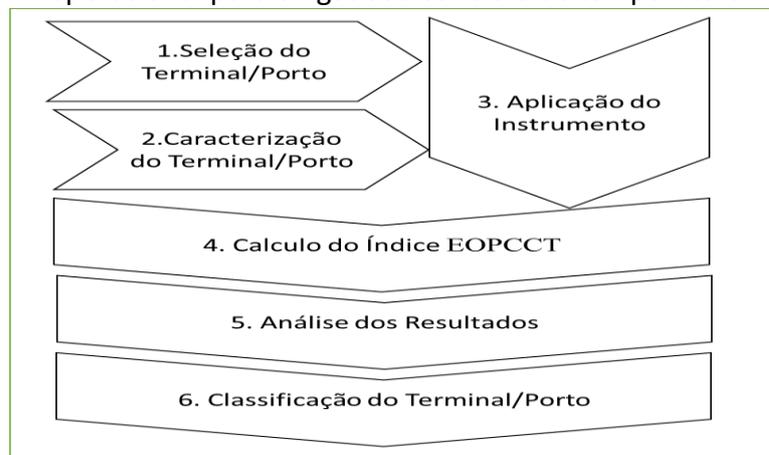
Após legitimação do instrumento com os especialistas, aplicou-se o questionário de pontuação sobre a importância dos fatores relacionados à infraestrutura operacional para cargas com necessidade de controle de temperatura.

Desse modo, diante da legitimação positiva do método e instrumento realizados com os especialistas, concluiu-se a adequação do método proposto para medição, avaliação e classificação do nível de infraestrutura relacionados a operação portuária de carga containerizada sob controle de temperatura.

#### 4.2 MÉTODO PARA MENSURAR O NÍVEL DE INFRAESTRUTURA OPERACIONAL DE CARGA CONTEINERIZADA SOB CONTROLE DE TEMPERATURA

O método proposto foi desenvolvido considerando as etapas necessárias para se realizar a medição, avaliação e classificação do nível de infraestrutura relacionados a operação portuária de carga containerizada sob controle de temperatura. Para isso, o método proposto foi estruturado em seis (6) etapas, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2 - Método para mensurar o nível de desempenho com relação à infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2021). (2021).

Cada etapa do método desenvolvido é descrita a seguir.

#### 4.3 SELEÇÃO DO TERMINAL/PORTO

A primeira etapa é a realização da seleção dos terminais/portos a serem considerados para aplicação do estudo. |como critério de seleção, esses portos e terminais, devem, obrigatoriamente, operar com containers com controle de temperatura (*reefer*), e podem estar localizados no Brasil ou no exterior.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO DO TERMINAL/PORTO

Após seleção dos terminais/portos, realiza-se a caracterização dos locais selecionados, por intermédio de pesquisa documental nos sítios eletrônicos de instituições do governo brasileiro, na Agência Nacional de Transporte Aquaviário-ANTAQ e do Ministério de Transportes, nos sítios eletrônicos das autoridades portuárias e dos terminais portuários analisados. Essa pesquisa documental, permite a comparação das respostas dadas no questionário estruturado com questões em escala *Likert* relacionada aos indicadores do nível de infraestrutura dos terminais portuários de container para operação com carga sob controle de temperatura.

#### 4.5 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO

Na sequência, aplica-se o questionário com os indicadores com os critérios e pesos para medir o nível de desempenho com base na infraestrutura operacional dos portos e terminais portuários, juntos aos representantes dos portos e terminais portuários da amostra.

#### 4.6 CÁLCULO DO IEOPCCT

Com base nos dados coletados, utilizou-se a equação (ver equação 1) prevista no método para atribuição da pontuação por terminal. Para se chegar à pontuação por terminal, multiplica-se a pontuação de importância do fator (IF) - por intermédio da média derivada das notas atribuídas pelos *experts* para cada fator; pela pontuação identificada dos indicadores do nível de infraestrutura operacional (NIO) obtida de cada respondente. Em seguida, somam-se os pontos relacionados aos indicadores com estabelecimento do nível de desempenho do terminal, denominado de índice de especialização em operação portuária para cargas sob controle de temperatura (IEOPCCT). O quadro 4 apresenta o resumo com a descrição.

Quadro 4 - Forma de cálculo para atingir a pontuação prevista no método

Passos	Equações
1º. IF =	Soma dos pesos atribuídos pelos experts para cada fator, no questionário 1, dividido pelo número de experts (05)
2º. NIO =	"IF" multiplicado pela pontuação atribuída para cada indicador constantes no questionário 2
3º. IFNIO =	Soma dos resultados NIO
4º IEOPCCT =	Soma total IFNIO

Fonte. Elaborado pelos autores (2021).

Nesse sentido, quanto maior a pontuação do nível de desempenho com relação à nível de infraestrutura operacional (NIO) para cargas sob controle de temperatura, maior será o nível de especialização dos terminais de container (IEOPCCT) analisados.

Ao final, pode se obter um ranking com a classificação dos portos e terminais portuários de container analisados com base no nível de especialização da infraestrutura portuária operacional para cargas sob controle de temperatura.

#### 4.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a mensuração do nível de desempenho da operação portuária de carga containerizada sob controle de temperatura por terminal/porto, pode-se realizar a análise de acordo com os resultados apresentados para cada fator e seus respectivos indicadores, por terminal/porto e, posteriormente entre os terminais/porto. Dessa forma, pode-se realizar a avaliação dos portos e terminais portuários, com a possibilidade de analisar suas infraestruturas, com comparações entre os fatores e seus respectivos indicadores em relação a cada porto e terminal.

#### **4.7.1 Classificação do Terminal/Porto**

Por fim, a classificação dos portos e terminais portuários será baseada no índice de especialização em operação portuária para cargas sob controle de temperatura (IEOPCCT), utilizando como critério decrescente dos maiores valores dos índices de pontuação identificados para os menores valores do índice.

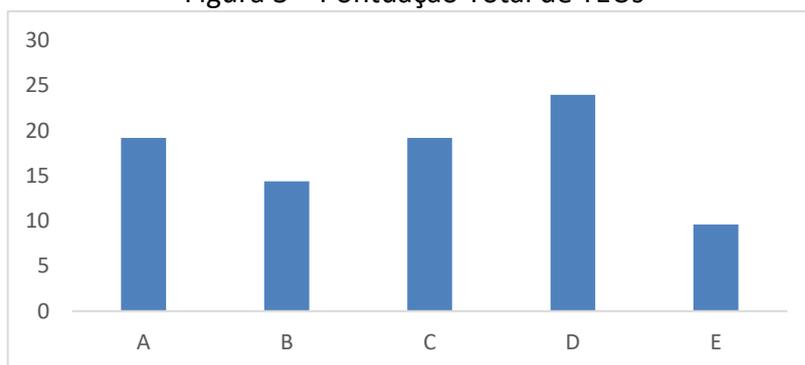
#### **4.8 APLICAÇÃO DO MÉTODO**

Essa seção da pesquisa apresenta os resultados sobre a pontuação obtida em cada terminal e porto escolhidos para participar da pesquisa. Após as devidas caracterizações de cada porto e terminal, aplicou-se os questionários com os 5 terminais respondentes, denominados apenas como A, B, C, D, E, tendo em vista questões de sigilo.

Os resultados sobre o desempenho dos indicadores do nível da infraestrutura operacional dos portos e terminais com carga com necessidade de controle de temperatura em containers *reefer* são apresentados e discutidos a seguir.

A primeira análise está relacionada a pontuação do indicador de participação de carga sob controle de temperatura na movimentação total de TEUs de cada terminal, resumidos na figura 3.

Figura 3 – Pontuação Total de TEUs

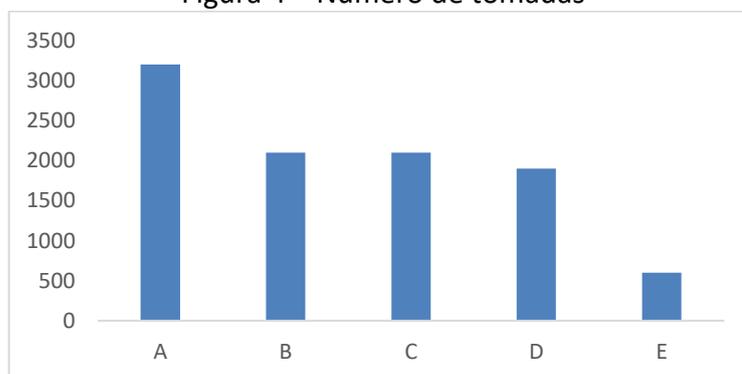


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A maior movimentação foi do terminal D com 24 pontos, com os terminais A e C empatados com 19,2 pontos, seguido pelo terminal B com 14,4 pontos e o terminal E com apenas 9,6 pontos.

A figura 4 indica o número de tomadas. Nesse item, verificou-se na pesquisa que o terminal A tem mais de 3000 tomadas, enquanto os portos B, C e D tem um pouco mais de 2.000 tomadas. O porto E tem apenas 1/3 das tomadas dos portos B, C e D e 1/5 do número de tomadas do porto A.

Figura 4 – Número de tomadas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Ao final da aplicação, foi possível realizar a classificação, considerando todos os indicadores do método proposto, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Classificação do desempenho infraestrutura container reefer

Ranking	Terminal/Porto	Total Pontos	%
1	A	492,2	89,5%
2	B	491,6	89,4%
3	D	475,0	86,3%

Ranking	Terminal/Porto	Total Pontos	%
4	C	459,8	83,6%
5	E	410,0	74,0%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A classificação mostrou que os terminais A e B alcançaram as maiores pontuações (de um total de 550 pontos) nos indicadores utilizados. Esses dois terminais tiveram uma diferença de apenas de 0,6 pontos ou 0,1% entre eles. Em terceiro lugar ficou o terminal D com um total de 475 pontos, seguido pelos terminais C e E.

#### 4.9 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS

A primeira contribuição dessa pesquisa está relacionada com as investigações sobre a containerização e logística na cadeia de frios em países em desenvolvimento (RODRIGUE e NOTTEBOOM 2014; RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2017; ARDUÍNO E PAROLA, 2015; GALVÃO E ROBLES, 2014).

Além disso, o método proposto expande a teoria relacionada a linha de pesquisa de medição e avaliação do desempenho de cadeia de suprimentos (NELLY et al, 2001) pela criação de uma nova ferramenta de simples entendimento e aplicação e focada nos objetivos de toda a CS (MISHRA et al., 2018). O método proposto trata, especificamente, do desempenho das operações de serviço de portos e terminais (DONG et. al, 2019), de acordo com as especificidades de infraestrutura portuária necessárias para esse tipo de operação, mediante elaboração de um método para medir, avaliar e classificar os portos e terminais com movimentação de carga containerizada sob controle de temperatura (RODRIGUE e NOTTEBOM, 2017; FILINA e FILINS, 2008; HARTMANN, 2013).

A contribuição prática dessa pesquisa está relacionada ao desenvolvimento de um método para medição, avaliação e classificação do desempenho da infraestrutura operacional dos portos e terminais com operação de carga containerizada *reefer*, de fácil compreensão e aplicação, muito diferentes dos métodos existentes que usam modelos matemáticos complexos como DEA (BARROS e ATHANASSIOU, 2004; CULLINANE et al. 2004; CULLINANE et al., 2006; CULLINANE e WANG, 2007; YANG e CHEN 2016; ENSSLIN, et. al, 2018; DONG et. al, 2019).

O método foi desenvolvido contribuir também para a expansão dos fatores (11) e indicadores (25) do modelo proposto por Filina-Dawidowicz, e Postan (2015) e Filina-Dawidowicz, Santos e Soares (2016), a partir do levantamento na literatura dos fatores e indicadores relacionados especificamente para esse tipo de operação. Além disso, o método proposto, os fatores e os indicadores foram legitimados junto a especialistas com ampla atuação no segmento de carga containerizada sob controle de temperatura. A legitimação confirmou validade de conteúdo (cobertura abrangente das nuances do construto proposto), a partir do conjunto elaborado de itens, levando em conta seu conteúdo e correspondência com o construto. Além disso, a legitimação confirmou a validade de face (adequação do instrumento a seu uso, considerando o estilo de redação, instruções para resposta, layout e outros aspectos), uma vez que o instrumento foi revisado várias vezes, inclusive após a realização de pré-teste, e sua aplicação não gerou *feedback* negativo dos especialistas e respondentes, nem os resultados foram considerados absurdos. Dessa forma, o método proposto está em sintonia com o nível de serviço e as infraestruturas existentes no mercado pré-definido e específico dentro da containerização.

A principal contribuição prática do método proposto é que através da sua utilização será possível mensurar, avaliar e classificar o nível de desempenho com relação à infraestrutura operacional para cargas sob controle de temperatura de cada porto e terminal portuário, por intermédio da pontuação do conjunto de indicadores vinculadas aos fatores, os quais somados apresentam um índice correspondente a pontuação total do terminal/porto. Dessa forma, sua utilização permite análises e comparações entre as infraestruturas existentes e o desempenho dos terminais e portos, bem como, a formulação de um ranking com a classificação dos portos e terminais analisados, com possibilidade de abstração de maiores informações sobre esse setor especializado e importante para o comércio exterior brasileiro.

## 5 CONCLUSÕES

A necessidade de melhoria do desempenho tornou-se uma etapa crítica no gerenciamento das cadeias de suprimentos. Algumas empresas já entenderam que elas competem em um ambiente de negócios em constante mudanças, e que por isso, é necessário

monitorar e entender o seu desempenho. No contexto de operações de serviço, de forma geral, a literatura de medição e avaliação de desempenho de portos pode ser categorizada em: (1) eficiência operacional de portos e (2) estudos de indicadores de desempenho de eficácia de portos. Contudo, os estudos existentes apresentam modelos matemáticos complexos, que não medem e avaliam a estrutura operacional de portos e terminais com movimentação de container *reefer*.

Nesse contexto, este artigo teve como objetivo apresentar um modelo desenvolvido para medir, avaliar e classificar o nível de desempenho da infraestrutura portuária em portos e terminais com operação de carga containerizada *reefer*. O método proposto permite a medição, avaliação e classificação do desempenho da infraestrutura operacional de portos e terminais, considerando 11 fatores e 25 indicadores.

A aplicação empírica permitiu capturar o desempenho infraestrutura operacional de 5 terminais com movimentação de container *reefer*. Com base nos resultados obtidos, o método proposto foi considerado adequado para medir, avaliar e classificar o desempenho da infraestrutura operacional de portos e terminais para cargas contaneirizadas sob controle de temperatura.

Sugere-se, primeiro, a aplicação do método proposto, com relação a parte qualitativa apresentada nessa pesquisa, com os exportadores brasileiros de produtos sob controle de temperatura, com objetivo de comparar suas visões com a dos experts gestores dos terminais. Sugere-se, também, a utilização do modelo proposto para analisar não os terminais de forma isolada, mas através de cluster de carga sob controle de temperatura no Brasil. Além disso, sugere-se o desenvolvimento de um método para medir e avaliar as infraestruturas portuárias para carga containerizada *dry*.

O estudo tem algumas limitações. A primeira limitação consiste na possibilidade de apresentação de viés de interesses na aplicação da parte qualitativa realizada junto aos especialistas, em virtude da possibilidade de atribuição de pontos de forma diferente para os fatores mais fortes de cada fator analisado. A segunda limitação está relacionada a grande dificuldade de contato e participação dos especialistas na pesquisa, o que dificultou a

aplicação de pelo menos cinco (5) especialistas em cada empresa não apenas um (1), o que permitiria uma avaliação mais robusta.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO, G.; CARRILLO MURILLO, D.; PAROLA, F. Refrigerated container versus bulk: evidence from the banana cold chain. **Maritime Policy & Management**, v. 42, n. 3, p. 228-245, 2015.

BALFAQIHA, H., NOPIAHA, Z.M., SAIBANIA, N. AND AL-NORYB, M.T. Review of supply chain performance measurement systems: 1998–2015, **Computers in Industry**, 82(1),135-150, 2016.

BARROS, C. P. Decomposing growth in Portuguese seaports: a frontier cost approach. **Maritime Economics & Logistics**, v. 7, n. 1, p. 297-315, 2005.

BARROS, C.P.; M. ATHANASSIOU. Efficiency in European seaports with DEA: evidence from Greece and Portugal. **Maritime Economics & Logistics** 6 (2): 122–140, 2004.

BITITCI, U., GARENGO, P., DËORFLER, V.; NUDURUPATI, S. Performance measurement: challenges for tomorrow, **International Journal of Management Reviews**, Vol. 14 No. 3, pp. 305-327, 2012.

CABRAL, A. M. R.; RAMOS, F. S. Cluster analysis of the competitiveness of container ports in Brazil. **Transportation Research Part A** 69. 423–43. 2014.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina. Maritime reefer trade in South America: a comparison of the west and east coasts, 2013. Disponível em <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36229> >. Acesso em: 26 out. 2016.

CHOU, C.C. AHP model for the container port choice in the multiple-ports region. **Journal of Marine Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 221-232, 2010. **Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COELHO, W.A.; RODRIGUES, C. ; SIMÃO, L.E. ; VIERA, A.F.G. ONTEINERIZAÇÃO E PORTO: Panorama e tendência da produção científica. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, v. 11, n. 01, p. 29-60, 2018.

CULLINANE, K.; SONG, D.W.; JI, P.; WANG, T.F. An application of DEA windows analysis to container port production efficiency. **Review of network Economics**, v. 3, n. 2, 2004.

CULLINANE, K.; TALLEY, W. K. (Ed.). **Port economics**. Elsevier, 2006.

CULLINANE, K.; WANG, T.F.; SONG, D.W.; JI, P. The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis, **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Volume 40, Issue 4, p. 354-374, 2016.

CULLINANE, K.; WILMSMEIER, G. The contribution of the dry port concept to the extension of port life cycles. **Handbook of terminal planning**, p. 359-379, 2011.

DE OLIVEIRA, Gabriel Figueiredo; CARIOU, Pierre. The impact of competition on container port (in) efficiency. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 78, p. 124-133, 2015.

DONG, G.; ZHU, J.; LI, J.; WANG, H.; GAJPAL, Y. Evaluating the Environmental Performance and Operational Efficiency of Container Ports: An Application to the Maritime Silk Road. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, **16**, 2226, 2019.

ELGAZZAR, S., TIPI, N.; JONES, G. Key characteristics for designing a supply chain performance measurement system, **International Journal of Productivity and Performance Management**, **68**(2), 296-318, 2019.

ENSSLIN, L.; DUTRA, A. ; ENSSLIN, S.R.; SOMENSI, K.L. Seaport-performance tools: an analysis of the international literature. **Maritime Economics & Logistics**, v. 20, n. 4, p. 587-602, 2017.

ESTRADA, M.A.R.; JENATABADI, H.S.; CHIN, A.T.H. Measuring Ports Efficiency under the Application of PEP-Model. **Procedia Comp. Sci.** 2017

FILINA-DAWIDOWICZ, L.; FILIN, S. An analysis of influence of lack of the electricity supply to reefer containers serviced at sea ports on storing conditions of cargoes contained in them. **Polish Maritime Research**. **58** (15); 96-102, 2008.

FILINA-DAWIDOWICZ, L.; POSTAN, M. The Directions of the Service Development of European Seaports Specializing in Handling Perishable Goods. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług*, n. 119 *The Shipping-and Port Service Markets in the Changing Environment. Rynek usług żeglugowych i portowych w zmieniającym się otoczeniu*, 85-98, 2015.

FILINA-DAWIDOWICZ, L.; SANTOS, T. A.; SOARES, C. Guedes. Refrigerated cargo handling: Demand and requirements for Portuguese ports. In: *Maritime Technology and Engineering III: Proceedings of the 3rd International Conference on Maritime Technology and Engineering (MARTECH 2016, Lisbon, Portugal, 4-6 July 2016)*. CRC Press, 2016.

FRANCO-SANTOS, M., KENNERLEY, M., MICHELI, P., MARTINEZ, V., MASON, S., MARR, B. AND NEELY, A. Towards a definition of a business performance measurement system, **International Journal of Operations and Production Management**, **27**(8), 784-801, 2007.

GALVÃO, C. B.; ROBLES, L.T. The South America East Coast Reefer Cargo: A Diagnosis of a Competitive Market. **IBIMA Business Review**, v. 2014, p. 1-14, 2014.

GUERRERO, D.; RODRIGUE, J. P. The Waves of containerization: Shifts in global maritime Transportation. **Journal of Transport Geography**, v. 34, p. 151-164. 2014.

HARTMANN, S. Scheduling reefer mechanics at container terminals. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 51, p. 17–27, 2012.  
*Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, Florianópolis, v.14, n. 1, jan./abr. 2021.

- HOLMBERG, S. A systems perspective on supply chain measurements, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30(10), 847-868, 2000.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia**
- LEE, C.Y.; SONG, D. Ocean container transport in global supply chains: Overview and research opportunities. *Transportation Research Part B*, v. 95, p. 442-474, 2017.
- LEE, C.Y.; YEN, T.M.; TSAI, C.H. The Study of an Integrated Rating System for Supplier Quality Performance in the Semiconductor Industry. *Journal of Applied Sciences*, 8: 453-461. 2008
- LEVINSON, M. The box: how the shipping container made the world smaller and the world economy bigger. Editora Princeton University Press. Princeton. Estados Unidos da América. 2006.
- LIRN, T. C.; THANOPOULOU, H.A.; BEYNON, M. J.; BERESFORD, A. K. C. An Application of AHP on Transshipment Port Selection: A Global Perspective. *Marit Econ Logist* 6, 70–91, 2004.
- MADEIRA, A.G.; CARDOSO, M.M.; BELDERRAIN, M.C.N.; CORREIA, A.R.; SCHWANZ, S.H. Multicriteria and multivariate analysis for port performance evaluation, *International Journal of Production Economics*, 140(1), 450-456, 2012.
- NEELY, A., ADAMS, C.; CROWE, P. The Performance Prism in Practice, *Measuring Business Excellence*, 5(2), 6 – 12, 2001.
- NEELY, A.D., GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda”, *International Journal of Operations and Production Management*, 15(4), 80-116, 1995.
- NETEMEYER, R.; BEARDEN, W.; SHARMA, S. Scaling Procedures – Issues and Applications. London: Sage Publications, 2003.
- NOTTEBOOM, T.; RODRIGUE, J. P. Port regionalization: towards a new phase in port development. *Maritime Policy and Management*, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2005.
- NOTTEBOOM, T.; RODRIGUE, J. P. Re-assessing port-hinterland relationships in the context of global commodity chains. In: WANG, J. et al. (Ed.). Ports, cities, and global supply chain. Ashgate. p. 51-66. 2007.
- RODRIGUE, J. P. ; NOTTEBOM. T. “The cold chain”, in: Rodrigue, P., Comtois, C. and Slack, B. **The Geography of Transport System**, Chapter 5, Routledge, New York, 2017.
- RODRIGUE, J. P., NOTTEBOOM, T., Box: Evidence from the Containerization of Commodities and the Cold Chain. *Maritime Policy & Management*, 207-227. 2014.
- SIMÃO, L.E., SOMENSI, K., DÁVALOS, R.V. AND RODRIGUEZ, C.M.T. Measuring supply chain performance: the triple E model, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print, 2021.

STEENKEN D.; VOB, S.; STAHLBOCK, R. Container terminal operation and operations Research - a classification and literature review. **OR Spectrum**, v. 26, n. 1, p. 3-49, 2004.

SUN, J.; YUAN, Y.; YANG, R.; JI, X.; WU, J. Performance evaluation of Chinese port enterprises under significant environmental concerns: An extended DEA-based analysis. **Transp. Policy** 2017, 60, 75–86

TALLEY, W.K.; NG, M.W.; MARSILLAC, E. Port service chains and port performance evaluation. **Transp. Res. Part E** 2014, 69, 236–247, 2014.

TATICCHI, P.; TONELLI, F.; CAGNAZZO, L. Performance measurement and management: a literature review and a research agenda, **Measuring Business Excellence**, Vol. 14 No. 1, pp. 4-18. 2010.

WANKE, P.; BARROS, C. P. New evidence on the determinants of efficiency at Brazilian ports: a bootstrapped DEA analysis. **International Journal of Shipping and Transport Logistics**, v. 8, n. 3, p. 250-272, 2016.

WIEGMANS, B.; WITTE, P. Efficiency of inland waterway container terminals: Stochastic frontier and data envelopment analysis to analyze the capacity design- and throughput efficiency, **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, Volume 106, 2017, Pages 12-21.

WILMSMEIER, G.; TOVAR, B.; SANCHEZ, R.J. The evolution of container terminal productivity and efficiency under changing economic environments. **Research in Transportation Business & Management** 8: 50–66, 2013

WORLD SHIPPING COUNCIL (WSC). Global Container Fleet. Disponível em: <  
<http://www.worldshipping.org/about-the-industry/containers/global-container-fleet>>.  
Acesso em: 10 jan. 2017.

WU, J.; YAN, H.; LIU, J. DEA models for identifying sensitive performance measures in container port evaluation. **Maritime Economics & Logistics** 12 (3): 215–236, 2010.

WU, J.Y.C.; LIN, C.W. National port competitiveness: implications for India. **Management Decision** 46 (10): 1482–1507, 2008.

WU, Y.C.J.; GOH, M. Container port efficiency in emerging and more advanced markets. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review** 46 (6): 1030–1042, 2010.

YANG, Y.C., CHEN, S.L. Determinants of global logistics hub ports: Comparison of the port development policies of Taiwan, Korea, and Japan. **Transport Policy** 45: 179–189, 2016.