

Avaliação de Desempenho de Terminais de Carga Containerizada: Evolução do Tema

MAURÍCIO ANDRADE RAMBO

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA (UNISUL)

ADEMAR DUTRA

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA (UNISUL)

LEONARDO ENSSLIN

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA (UNISUL)

LEONARDO CHAVES

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA (UNISUL)

Agradecimento à órgão de fomento:

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro e à Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) pela estrutura fornecida à pesquisa.

Avaliação de Desempenho de Terminais de Carga Containerizada: Evolução do Tema

1. INTRODUÇÃO

O transporte de cargas em portos até 1956 valia-se da carga geral, geralmente transportada em navios a granel (Turner, Windle, & Dresner, 2004). Essa forma de movimentação de carga era caracterizada por riscos (danos, furtos e perdas das cargas) e incertezas (horários de chegada/saída dos navios), o que impactava diretamente na cadeia logística portuária levando caminhões aguardarem semanas até mesmo fracionar a carga no píer do porto (Hayut, 1981; Cudahy, 2006). Diante deste cenário o então empresário Malcom McLean em abril de 1956, adaptou parte de um navio petroleiro para fazer algo inédito, transportar 58 contêineres de Nova Jersey (EUA) para Texas (EUA), sendo o primeiro transporte de contêineres da história entre portos (Cudahy, 2006; Ha, Yang & Lam, 2019).

O comércio mundial utiliza-se do modal marítimo há séculos, destacando-se como a maior representatividade no que se refere ao transporte de mercadorias, cerca de 90 % do comércio internacional (UNCTAD, 2020). Sendo aproximadamente 40 % referente a commodities, petróleo ou grãos que necessitam de embarcações específicas para o transporte como *bulk carriers* e/ou *oil tankers*, e 60 % pelas frutas, eletrodomésticos e outros, transportadas em contêineres por navios porta-contêineres (UNCTAD, 2010, 2020, 2021; World Economic Forum [WEC], 2019, 2021).

Os portos enfrentaram desafios para lidar com esse tipo de carga, como, por exemplo, na necessidade de reconfiguração das instalações portuárias ao redor do mundo, investimentos para aquisição de guindastes de pórtico rápido, reformas e demolições de galpões e píeres cobertos para dar lugar ao que conhecemos hoje de pátio de armazenagem, permitindo o melhor fluxo de caminhões aos guindastes, acrescenta-se ainda o desenvolvimento de um conjunto de padrões, referente a tamanho dos contêineres, tipo de carroceria dos caminhões e como poderiam ser içados pelos guindastes, ponto de amarras etc. (Cudahy, 2006)., ou seja, convencionar um padrão mundial.

Mesmo com esses desafios, o fenômeno denominado de containerização continuou a avançar a partir de 1960, período em que os portos nos Estados Unidos notaram o aumento do número de navios porta-contêineres nas linhas do comércio mundial, e perceberam que este tipo de carga iria consolidar-se na indústria do transporte, e de fato a sua difusão ocorreu no período entre 1968 e 1972 (Hayut, 1981). Sendo seu ápice de adesão no fim da década de 1990 evidenciado pelo aumento da movimentação em TEUs (*Twentyfoot Equivalente Unit*), de 36 milhões em 1980 para 226 milhões em 2002 (Notteboom, 2004; Guerrero & Rodrigue, 2014), o que foi considerado como um aspecto de avaliação de desempenho portuário.

A avaliação de desempenho portuário (ADP) vem sendo discutida ao longo dos anos na literatura internacional. Aproximadamente em 1970, a *United Nations Conference on Trade and Development* – UNCTAD, apresentava indicadores de desempenho em termos de infraestrutura (capacidade dos berços), sem ênfase em carga containerizada. Já no fim desta década, redirecionou estes indicadores incluindo esse tipo de carga, em volume de produção, em duas dimensões: operacionais, o número total de colaboradores no porto dividido pelo número total de contêineres, movimentos de contêineres por guindaste, movimento de contêineres por hora, utilização do berço, e; financeiro, despesas trabalhistas, toneladas trabalhadas (UNCTAD, 1976; World Bank [WB], 2021).

A literatura internacional relacionada à avaliação de desempenho portuário de carga containerizada é vasta (Teng, Huang, & Huang, 2004, Kulak, Polat, Gujjula, & Günther, 2013; Alyami, Lee, Yang, Riahi, Bonsall, & Wang, 2014; Zheng & Park, 2016; Mar-Ortiz et al., Castillo-García, e Gracia, 2020) dentre outros. Em que pese existam pesquisas que abordam a avaliação de desempenho em portos e terminais de carga containerizada, há escassez de estudos

que identifique as dimensões da avaliação de desempenho portuário de carga containerizada, holisticamente, de modo a explorar a evolução do tema e as oportunidades de pesquisas.

Diante disto, emerge a seguinte pergunta de pesquisa: como o tema avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada evoluiu ao longo dos anos e quais são as oportunidades de pesquisa identificadas em um fragmento da literatura internacional? Assim, o objetivo geral deste estudo é compilar a evolução do tema acerca da avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada e evidenciar as principais lacunas. Para tal, previamente selecionou-se um Portfólio Bibliográfico (PB) por intermédio do instrumento de intervenção *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)*, pois se trata de um processo estruturado e sistemático para seleção e análise de um fragmento da literatura internacional.

A contribuição deste estudo dar-se-á de forma teórica haja vista a evidencição da evolução do tema na literatura internacional, acrescida da síntese das lacunas das publicações internacionais que poderão ser exploradas em pesquisas futuras, deste modo justificada à importância, originalidade e viabilidade de Castro (2006). Viável, uma vez que os autores do presente estudo se encontram dedicados à coleta, leitura e análise dos dados, além da acessibilidade às bases de dados do Portal de Periódicos da Capes.

Quanto à estrutura do estudo, além dessa seção Introdutória. Na seção 2 aborda-se os aspectos metodológicos que retrata o caminho percorrido de modo a sustentar os resultados desta pesquisa. Na seção 3 apresenta-se os resultados e discussão sobre o tema. Já a seção 4 trata-se das considerações finais do estudo e finalizando com as referências bibliográficas.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O problema de pesquisa nesta investigação é norteado pela abordagem qualitativa, pois permite identificar o fragmento da literatura e a interpretação dos autores demonstradas nas etapas de seleção/exclusão de artigos que apresentavam títulos não aderentes a pesquisa (Creswell e Creswell, 2017).

Quanto ao tipo de estratégia, esta investigação vale-se da pesquisa-ação, levando-se em consideração que os autores são atuantes para a evolução do processo de operacionalização da primeira fase do *ProKnow-C* (instrumento escolhido), onde expressam suas escolhas e delimitam o escopo da pesquisa, palavras-chave, base de dados e outros. Tais interações resultarão no Portfólio Bibliográfico (PB), que será analisado para a identificação dos pilares da área de conhecimento concernente à avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada.

Com relação à classificação dos objetivos, o presente estudo se caracteriza como exploratório-descritiva. É exploratória, pois busca investigar no fragmento da literatura o que os autores versam sobre a avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada, por meio de análises que permitirão identificar, o estágio de evolução e as oportunidades de futuras pesquisas, e é descritiva, por apresentar o mapeamento das variáveis selecionadas (Richardson, Peres, Wanderley, Correia, & Peres, 2012).

Nesse estudo, os dados coletados são primários e secundários. Richardson et al. (2012) define como dados primários aqueles coletados propositalmente para aquele estudo, ou seja, apresentam uma relação direta com o objeto de pesquisa, e define como dados secundários aqueles dados buscados nos artigos que compõem o Portfólio Bibliográfico (PB).

Acrescenta-se que para a seleção do PB, foi escolhido o instrumento de intervenção *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)*, por ser um processo estruturado e sistemático para seleção e análise de um fragmento da literatura internacional. Para detalhes minuciosos do processo de seleção e operacionalização da ferramenta recomendamos a leitura de Lacerda, Ensslin, e Ensslin (2012) e de Dutra, Ripoll-Feliu, Fillol,

Ensslin, e Ensslin (2015). Por fim, de maneira resumida a operacionalização da etapa de seleção do PB Final é demonstrada na Figura 1.

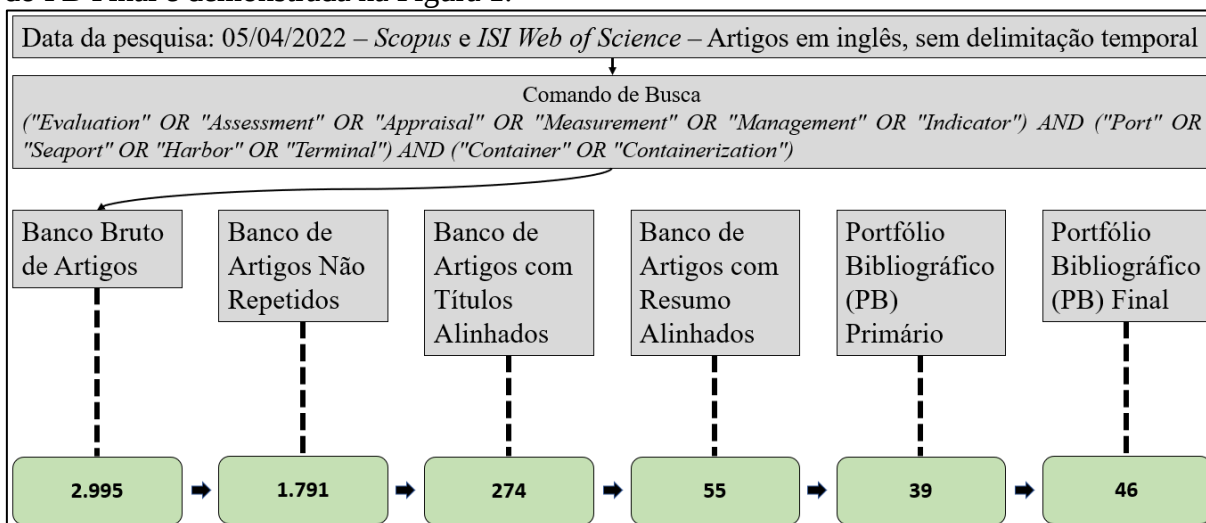


Figura 1 - Resumo da primeira fase do ProKnow-C

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O PB Final selecionado para o tema, segundo as delimitações e percepções dos pesquisadores, ficou formado por quarenta e seis artigos, sendo vinte artigos científicos teóricos e vinte e seis artigos empíricos. A partir desses artigos, ficou factível demonstrar a evolução do tema na literatura internacional, e evidenciando oportunidades de pesquisa na seção dos Resultados e Discussão.

Já a evolução do tema tem como objetivo revisar os conteúdos dos artigos científicos que compõem o PB Final, visando localizar e evidenciar temas padrões ao longo dos anos. Após o resultado dessa revisão de conteúdos, torna-se possível identificar aspectos não contemplados em pesquisa que podem ser objeto de estudos futuros. Nesse sentido, os autores identificaram as dimensões da avaliação do desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada, e as categorizaram com auxílio de planilhas do *software Excel*.

Em síntese, constatou-se que a literatura da avaliação de desempenho (AD) de portos e terminais portuários de carga containerizada aborda de forma generalista, com a aplicação da ferramenta DEA (*Data Envelopment Analysis*), distintas dimensões e aspectos de avaliação de desempenho para a mensuração do nível de eficiência através do *benchmarking*, sem levar em consideração a singularidade de cada porto e terminal portuário de carga containerizada, sua hinterlândia, entre outros aspectos relevantes.

Os artigos que compõem o PB Final poderão ser identificados na seção Referências, pois ao final será atribuído a numeração entre colchetes “[]” (vide figura X).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, um porto é entendido como ponto de troca de modais, tendo como principal função a transferência de mercadorias e armazenagem, denominado de porto de “primeira geração”, que segundo a UNCTAD (1993) atuam sem planejamento estratégico e apresentam-se como características o acesso marítimo. A “segunda geração” engloba a primeira acrescida da preocupação com a redução de custos, no sentido da diminuição do tempo de operação dos navios e, como consequência, a melhoria da produtividade (Curcino, 2007).

A UNCTAD (1992) define os portos de “terceira geração” como aqueles que além de realizarem a movimentação de cargas, são os que oferecem serviços de valor agregado, como por exemplo a armazenagem (Rambo, Dutra, Ensslin, & Feliu, 2021). Enfim, a “quarta geração” dos portos, além das características das gerações anteriores, acrescenta o fato de que mesmo

distantes geograficamente detêm de um mesmo operador ou administração portuária, como por exemplo, *Holdings* (Bichou & Gray, 2004).

Nesse sentido, a função de um terminal de contêineres, além de ser a interface entre modais (marítimo/terrestre/ferroviário), ou seja, (des)carregar navios, atuam com o armazenamento temporário de contêineres (Tongzon, 1995; Yi, Kim, Choi, Park & Lee, 2000; Haezendonck, Pison, Rousseeuw, Struyf & Verbeke, 2000; Murty, Liu, Wan, & Linn, 2005; Stahlbock & Voß, 2008). Dessa forma, sua produtividade pode ser mensurada em termos do número de contêineres, contados por TEUs manuseados. Existem várias formas de medir o desempenho dos portos e terminais de contêineres, de acordo com quais aspectos de suas operações estão sendo levados em consideração enquanto um navio é/está atracado (Han & Song, 2004).

Mas antes de explorar o tema da avaliação de desempenho, faz-se necessário percorrer a evolução temporal do fenômeno da containerização que impacta no comércio mundial, e, conseqüentemente, na vida de milhares de pessoas de forma direta ou indireta. Antes de 1957 quase toda a carga geral era transportada em navios a granel (Turner, Windle, & Dresner, 2004). A containerização iniciou-se em meados da década de 1960 nos Estados Unidos, quando os métodos utilizados na movimentação de cargas eram demasiadamente lentos, um cenário de incertezas quanto aos horários de atracagem/saída dos navios, no qual os caminhoneiros tinham que aguardar semanas ou até mesmo deixar a carga no próprio píer, ocasionando chances de danos, perdas e furtos (Hayut, 1981; Cudahy, 2006).

Em 26 abril de 1956 o empreendedor Malcom McLean, pioneiro, adaptou parte de um navio petroleiro para o transporte dos primeiros 58 contêineres da história, já em 1957 outros cinco navios foram incorporados para as operações de contêineres e aos poucos foi introduzindo esse tipo de carga em outros portos do mundo, para maiores detalhamento sugere-se a leitura do artigo intitulado *The containership revolution: Malcom McLean's 1956 innovation goes global* (Cudahy, 2006).

Logo os gestores dos portos e terminais perceberam que a inserção de novos navios porta-contêineres nas linhas do comércio mundial e a inovação de métodos de movimentação de carga iriam amalgamar-se na indústria do transporte, e de fato a sua difusão ocorreu no período entre 1968 e 1972, haja vista a comprovação da economia de escala conforme o aumento do tamanho dos navios e a redução do custo de transporte (Hayut, 1981; Tongzon, 1995). Sendo seu ápice de adesão no fim da década de 1990 (Guerrero & Rodrigue, 2014).

A adesão ao uso de contêineres nos portos e terminais de carga exigiu adaptações e investimentos em infraestrutura para adequação ao formato de movimentação de cargas, e essas instalações impactam na produtividade dos terminais de contêineres. Sendo assim, leva-se em consideração o uso eficiente da mão de obra, equipamentos e solo. Sua principal limitação se dá no âmbito físico ou institucionais ou ambos. Área, forma e *layout* do terminal, a quantidade e o tipo de equipamento disponíveis, e o tipo e características dos navios que utilizam o terminal (Dowd & Leschine, 1990).

Diversos estudos tentam convencionar “padrões” ou “medidas” de produtividade e eficiência dos terminais de contêineres, no âmbito da avaliação de desempenho, como por exemplo Dowd e Leschine, 1990; Tongzon, 1995, Merkurjev et al., (1998), Notteboom, Coeck, e Van Den Broeck (2000), Notteboom (2004), Cullinane, Song e Gray (2002), Cullinane e Wang (2006, 2009), Steenken, Voß e Stahlbock (2004), Theofanis, Boile e Golias (2009), Lee e Kim (2010), Maloni, e Paul (2013), Ha, Yang e Lam (2019), Fri, Douaioui, Lamii, Mabrouki e Semma (2020), na tentativa de superar os métodos tradicionais em que demonstram a parcialidade do desempenho geral. Acrescenta-se que poucos estudos têm buscado identificar as dimensões e os fatores da avaliação de desempenho que afetam o desempenho geral de um porto e terminal de cargas containerizada. Além do mais, os estudos supracitados não

demonstraram a contribuição de cada aspecto analisado para o desempenho geral, ou seja, evidencia-se a ausência da determinação de taxas de compensação dos critérios de avaliação.

Segundo Dowd e Leschine (1990), a produtividade do terminal de contêineres deve ser considerada em uma perspectiva sistêmica, para que seja de valor máximo para a indústria, sendo a produtividade de um terminal de contêineres que contém as dimensões de infraestrutura (pátios e berços), trabalho (equipes), e operações (guindastes e *gates*). Acrescenta-se à dimensão de infraestrutura, segundo Nottemboom et al. (2000), a superestrutura (guindastes de pórtico, transportadores de *straddle*), que quando não totalmente utilizados podem indicar um baixo nível de eficiência, haja vista os custos de investimentos nestes tipos de equipamentos.

Ainda na dimensão da infraestrutura, os autores Turner et al. (2004) apontam para aspectos físicos da intermodalidade, a conexão aos serviços ferroviários, e examinando a influência da autoridade portuária, da transportadora oceânica e da conduta dos transportadores ferroviários sobre a produtividade do contêiner. Uma orientação valiosa é fornecida para aqueles com interesses gerenciais e políticos voltados para aperfeiçoar o desempenho deste sistema.

É importante uma mão de obra adequada para realizar as diversas funções necessárias para operar o terminal de contêineres sem problemas, isso inclui grupo de equipes de diferentes setores atuando em conjunto em prol de um mesmo objetivo, agilidade no atendimento e liberação das cargas e dos navios atracados (Dowd & Leschine, 1990; Haezendonck et al., 2000; Fri et al., 2020).

Haezendonck et al. (2000) apresentam as dimensões principais, sendo a infraestrutura, superestrutura, mão-de-obra, capital e tecnologia logística de um porto marítimo. Ao que destaca as principais limitações do porto estudado, em que o acesso marítimo é apontado como ponto fraco, dada a profundidade limitada para os navios que podem entrar no porto. Ao mesmo tempo que aponta as vantagens competitivas de um terminal, sendo a superestrutura utilizada, e elevada produtividade das equipes de trabalho.

Yi et al., 2000 apresentam os recursos de terminais de contêineres e suas características, sendo os equipamentos, instalações de atracação, e recurso de computação. Onde o recurso de computação é definido pelas pessoas responsáveis por desenvolvimento e manutenção do sistema, no sistema de servidor de hardware, nos computadores pessoais, na LAN, na Internet, no software de aplicação, no banco de dados, no equipamento de comunicação e na sala de operação. Esses recursos de computação na literatura são conhecidos como automação.

Logo, terminais de contêineres automatizados de alta densidade são potenciais candidatos para melhorar o desempenho dos terminais de contêineres, e enfrentar os desafios do futuro no transporte marítimo. Os recentes avanços em eletrônica, sensores, tecnologias de informação, e automação tornam tecnicamente viável o desenvolvimento de terminais totalmente automatizados (Liu, Jula, & Ionnou, 2002). No entanto, os resultados do estudo de Steenken et al. (2004) mostram que a automação nem sempre garante o desempenho superior (por exemplo, maior produtividade), pois depende de características dos terminais, como elevados custos de mão-de-obra (Stahbock et al., 2007).

Ainda que há outras abordagens para tornar os terminais mais produtivos, como, por exemplo, o investimento na substituição de equipamentos antigos por mais eficientes. Além disso, a infraestrutura e os equipamentos existentes podem ser usados de forma mais eficiente, por exemplo, por meio de poderosos sistemas de tecnologia da informação e softwares de controle logístico (Stahbock et al., 2007).

Nesse sentido, alguns autores se valem da utilização do método de análise de envoltório de dados (DEA), levando em consideração apenas aspectos da dimensão de infraestrutura para *inputs*, número de berços, área do terminal, capacidade de armazenamento, sendo *output* uma única medida de desempenho, o “*Throughput* de Contêineres” (Wu & Liang, 2009; Wu, Liang, & Song, 2010). Para tal, no âmbito da infraestrutura se faz necessário realizar investimentos.

Uma forma para se aumentar a capacidade portuária é através de investimento significativo de capital. Esse aumento deve assumir principalmente a forma de melhorias de eficiência e, possivelmente, até mesmo a coordenação operacional entre os portos (Maloni, 2013).

Prosseguindo com a análise das dimensões, os autores Alyami et al. (2014) apresentaram a análise de riscos nos portos marítimos, que desempenha um papel cada vez mais importante na garantia da confiabilidade da operação portuária, da segurança dos transportes marítimos, e da resiliência da distribuição da cadeia de suprimentos. Em que são incorporadas as questões de prevenção a acidentes de trabalhos, equipamentos em termos de colisões entre veículos, embarcações, trens, quebra de cabos e guindastes, vazamentos de produtos/óleo, e/ou esmagamentos (Alyami et al., 2014).

Os autores Wiśnicki, Chybowski e Czarnecki (2017) apresentam uma alternativa assumindo três tipos de tecnologias de terminais de contêineres: convencional em que há ausência de automação nos processos de manuseio de carga; semiautomático onde há a utilização de veículos automatizados (AVG) para transporte interno ao mesmo tempo que as operações de carga de caminhões e/ou trens são realizadas por empilhadeiras de alcance (convencional), e; automático quando são equipados com veículos guiados automatizados (Lift-AGV) que realizam as operações de forma autônoma, acrescida de guindastes de empilhamento automático (ASC).

Ha et al. (2019) apresentam principais indicadores de desempenho levando em consideração a gestão dos *stakeholders*, a partir de portos baseados no modelo landlord, que é um tipo dominante para a governança portuária. Deste modo, apresentam-se as dimensões financeira, eficiência operacional, da satisfação do cliente e confiabilidade do serviço, integração da logística de contêineres, e mão de obra (capital humano).

Fri et al. (2020) identificou na literatura cerca de 312 KPIs em diferentes dimensões e reportes dos terminais, em seguida priorizou critérios que os autores julgaram pertinentes, como a medida segue um procedimento confiável de mensuração, restando 117 KPIs e por fim eliminou aqueles redundantes e agrupamento de indicadores de mesmo tipo, restando apenas 14 KPIs, estruturados em quatro dimensões: operacional e desempenho logístico, desempenho financeiro, físico (infraestrutura) e comercial. No entanto este estudo não delimitou o peso de cada indicador.

Por fim, ressalta-se que não se esgotam todas as dimensões dos achados do PB e, por limitação de espaço e restrição de tempo, os autores através do critério de subjetividade elencaram as principais dimensões, elaborando-se a evolução do tema ao longo dos anos, conforme ilustrado na Figura 2.

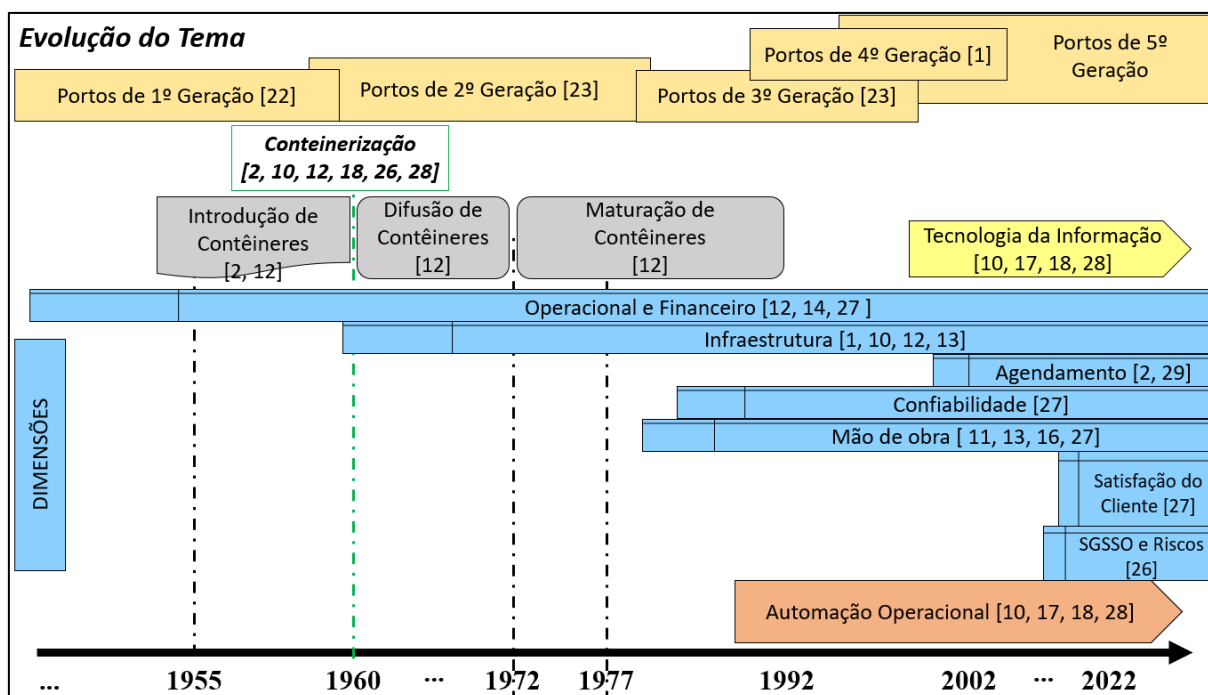


Figura 2 - Resumo das dimensões do fragmento da literatura internacional

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A partir de 2014, percebe-se que há uma tendência de pesquisas abordando os temas de riscos (SGSSO) e de satisfação do cliente, e que, apesar das dimensões de infraestrutura, operacionais e financeiros serem constantemente discutidas na literatura, ainda assim não há consenso de qual modelo de avaliação de desempenho da movimentação de cargas containerizada deva ser utilizado ou convencionado sob a ótica de maior/menor importância.

Levando em conta que os achados no fragmento da literatura internacional, tratam da discussão sobre as gerações de portos conforme a UNCTAD, destaca-se que até o presente momento essa não se posicionou sobre uma definição da quinta geração de portos. Sugerimos como uma possível definição: portos de quinta geração são os que englobam as anteriores (facultativo a quarta geração), acrescido das boas práticas de tecnologia da informação, que englobam a automação de equipamentos, veículos, agilidade de comunicação, softwares logísticos (Haezendonck et al., 2000; Yi et al., 2000; Liu, et al., 2002; Teng et al., 2004; Murty et al., 2005; Stahbock et al., 2007; Cullinane & Wang, 2009).

A partir desse ponto, esse estudo passa a apresentar as lacunas identificadas nos estudos, e também sugestões de pesquisas futuras. Nesse sentido, os autores Dowd e Leschine (1990) relatam que não há uma maneira universalmente válida de comparar a produtividade em uma análise transversal. Logo, estudos que apresentam modelos conceituais de mensuração do desempenho de terminais de contêineres podem ser investigados e suprimindo essa lacuna. Ainda que recomendem que as comparações devem ser feitas de forma cuidadosa, seletiva, e caso a caso. Pois é demasiadamente complexo levar em consideração as diversas dimensões da avaliação de desempenho.

Stahbock et al. (2007) apontam como um caminho a ser estudado a utilização de abordagens como roteamento de veículos com janelas time e tempos de viagem estocásticos, ou como clientes estocásticos podem ser úteis e aplicáveis nos terminais de contêineres a partir da simulação.

Noutra aresta tem-se Wu et al. (2009), que avaliou 77 portos mundiais com dados de 2007, considerando quatro insumos (capacidade de máquinas de movimentação de carga, número de berços, área de terminal, e capacidade de armazenamento), tendo como resultado

portos eficientes e ineficientes em que são aplicados *benchmarking* para aperfeiçoarem seu desempenho. No entanto, os autores não demonstram as limitações de sua pesquisa.

Lee e Kim (2010) assumem que os seus resultados podem ser utilizados para selecionar o tipo de guindaste de pátio ou determinar o tamanho dos blocos de armazenamento. Ainda que novos modelos podem ser gerados incorporando diferentes tipos de operações realizadas simultaneamente no mesmo bloco.

A utilização de um planejamento de agendamento para o atendimento de navios e caminhões podem contribuir com a redução do custo de transporte (evitando congestionamentos) (Maloni & Paul, 2013; Murty et al., 2005). Os benefícios desse planejamento podem ser objeto de estudos futuros elencados por Maloni e Paul (2013).

Ainda que os autores Mar-Ortiz et al., Castillo-García e Gracia (2020) apresentam como oportunidade de investigação a incorporação de outros módulos, tais como: (i) o Módulo de Sequência de Operações de Embarcações, que por leitura do plano de carga entre outros determinará o cronograma dos guindastes do cais; e (ii) o Módulo de Agendamento de Recursos, para realizar um refinamento operacional do cronograma de recursos.

Alyami et al. (2014) presumem que o método proposto destaca seu potencial em facilitar a análise de risco do design e das operações do sistema em um contexto amplo, ao ser adequadamente adaptado para estudar outros portos de contêineres. E, portanto, podem ser reaplicados em pesquisas futuras, levando-se em consideração questões gerenciais, políticas, fatores naturais e políticos, a fim de fornecer uma visão panorâmica sobre análise de risco do terminal.

Ainda sobre as pesquisas futuras, os autores Ha et al. (2019) sugerem replicar o estudo com a ampliação do número de especialistas de diferentes regiões o que poderia fortalecer a validade do instrumento escolhido para avaliação do desempenho portuário de carga containerizada.

Fri et al. (2020) alegam que para estudos futuros é essencial ter uma metodologia confiável para medir e identificar os principais indicadores de desempenho. Com um método diferente de medição e identificação, esses indicadores tornaram-se insignificantes. Um trabalho mais profundo é desenvolver esse escopo, visando padronizar os métodos de medição, bem como os indicadores de desempenho.

Apesar da aplicação correta do modelo de fronteira estocástica para a construção de um *ranking* de eficiência de uma seleção de portos realizada pelos autores Cullinane et al., (2002), os resultados demonstraram que existem certas anomalias, parecendo sugerir que o método de análise não necessariamente produz resultados robustos. Isso pode ser inferido a partir dos resultados divergentes obtidos para Kobe a partir da seccional, em oposição à análise de dados do painel. Dessa forma, o impacto das "catástrofes" pode ser um caminho frutífero para um trabalho científico ou teórico de investigação mais aprofundada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as vantagens da utilização dos contêineres para a movimentação de cargas tem-se a redução drástica dos custos de mão-de-obra que é significativa para reduzir as tarifas/taxas portuárias. Além disso, reduz consideravelmente o tempo que esses navios aguardam para atendimento no porto marítimo, assim como o tempo que a carga containerizada passa em trânsito (Turner et al., 2004).

Uma conclusão geral da literatura é que a indústria marítima, inclusive no segmento de contêineres em particular, é caracterizada por economia de escala. Isso resulta da natureza intensiva de capital nessa indústria, da presença de indivisibilidade no fornecimento de terminais, e da necessária redução de custos resultante de um sistema caracterizado por filas e congestionamentos, haja vista as evidências de melhores indicadores na redução do tempo de

atendimento das embarcações, tempo de entrada e saída do navio, entre outros fatores/dimensões tratadas nesse estudo.

Este estudo tem como objetivo compilar a evolução da avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada na literatura internacional, e evidenciar as principais lacunas nesse tema.

Com essa finalidade foi selecionado um PB de 46 artigos científicos representativos de um fragmento da literatura internacional acerca do tema avaliação de desempenho de portos e terminais portuários de carga containerizada, utilizando-se o instrumento de intervenção *ProKnow-C*. A análise do PB resultou na demonstração da evolução do tema, na sugestão de um conceito para portos de quinta geração, e indicação de possíveis futuros trabalhos acadêmicos nesse tema.

Com base nos resultados apresentados nesse estudo, pode-se vislumbrar como o setor portuário reagiu frente a containerização na década de 1960, bem como os avanços frente aos diferentes desafios, complexidade relacionado às dimensões de avaliação de desempenho, passando inicialmente pelas questões de infraestrutura e níveis de operação de um terminal incorporando novas dimensões ao passar dos anos, como as questões ambientais, de segurança operacional, riscos e automação dos processos, além de mão de obra qualificada. Ressalta-se ainda que os achados indicam a ausência da determinação de taxas de compensação dos critérios de avaliação de desempenho, o que pode ser considerado uma lacuna a ser preenchida por estudos futuros.

Tem-se como contribuições da presente pesquisa, a evidenciação dos artigos mais representativos acerca da temática AD de portos e terminais portuários de carga containerizada, possibilitando aos gestores e estudiosos que possam levar em consideração a aplicação destas abordadas dimensões na gestão de portos e terminais de carga containerizada. Do ponto de vista teórico as dimensões da AD elencadas poderão ser úteis para a consecução de um modelo conceitual de AD Portuário, e, a partir deste estudo seja futuramente levado em consideração as contribuições desses elementos que os compõem (*KPIs – Key Performance Indicators*) no valor global de desempenho do porto e terminal de contêineres global.

A presente pesquisa explorou artigos indexados em duas bases de dados, representando um fragmento da literatura, apresentando resultados que não podem ser generalizados, caracterizando assim uma limitação.

Por fim, sugere-se para pesquisas futuras: (i) A continuidade desta investigação com o avanço para a etapa “Análise Sistêmica” do protocolo *ProKnow-C*; (ii) Ampliação da presente pesquisa nos termos de delimitação de idioma e ampliação das bases de dados, e; (iii) A partir das dimensões da AD identificadas, proceder a validação por painel de especialistas em portos e terminais portuários de carga containerizada.

REFERÊNCIAS

- Allyami, H., Lee, P. T. W., Yang, Z., Riahi, R., Bonsall, S., & Wang, J. (2014). An advanced risk analysis approach for container port safety evaluation. *Maritime Policy & Management*, 41(7), 634-650.[26]
- Bichou, K., & Gray, R. (2004). A logistics and supply chain management approach to port performance measurement. *Maritime Policy & Management*, 31(1), 47-67. [1]
- Brasil. Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Movimentação Portuária. 2021. Disponível em: <<http://anuario.antaq.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=painel%5Cantaq%20-%20anu%C3%A1rio%202014%20-%20v0.9.3.qvw&lang=pt-BR&host=QVS%40graneleiro&anonymous=true>>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- Castro, C. M. (2006). *A prática da pesquisa*. (2nd ed.). São Paulo, SP: Pearson.

- Creswell, J. W. (2010). Mapping the developing landscape of mixed methods research. *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research*, 2, 45-68.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Cudahy, B. J. (2006). The containership revolution: Malcom McLean's 1956 innovation goes global. *TR news*, (246). [2]
- Cullinane, K., Song, D. W., & Gray, R. (2002). A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: assessing the influence of administrative and ownership structures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36(8), 743-762. [3]
- Cullinane, K. P., & Wang, T. F. (2006). The efficiency of European container ports: a cross-sectional data envelopment analysis. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), 19-31. [4]
- Cullinane, K., & Wang, Y. (2009). A capacity-based measure of container port accessibility. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 12(2), 103-117. [5]
- Curcino, G. D. A. (2007). Análise de adequabilidade de portos às novas teorias e práticas portuárias: um estudo de caso no porto de Belém. [6]
- Dutra, A., Ripoll-Feliu, V. M., Fillol, A. G., Ensslin, S. R., & Ensslin, L. (2015). The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Dowd, T. J., & Leschine, T. M. (1990). Container terminal productivity: a perspective. *Maritime Policy & Management*, 17(2), 107-112.[7]
- Fri, M., Douaioui, K., Lamii, N., Mabrouki, C., & Semma, E. A. (2020). A hybrid framework for evaluating the performance of port container terminal operations: Moroccan case study. *Pomorstvo*, 34(2), 261-269. [8]
- Guerrero, D., & Rodrigue, J. P. (2014). The waves of containerization: shifts in global maritime transportation. *Journal of Transport Geography*, 34, 151-164. [9]
- Haezendonck, E., Pison, G., Rousseeuw, P., Struyf, A., & Verbeke, A. (2000). The competitive advantage of seaports. *International journal of maritime economics*, 2(2), 69-82. [10]
- Ha, M. H., Yang, Z., & Lam, J. S. L. (2019). Port performance in container transport logistics: A multi-stakeholder perspective. *Transport Policy*, 73, 25-40. [27]
- Han, C.-H.; Song, D.-W. An econometric approach to performance determinants of Asian container terminals. An econometric approach to performance determinants of Asian container terminals, p. 1000-1015, 2004. [11]
- Hayut, Y. (1981). Containerization and the load center concept. *Economic geography*, 57(2), 160-176. [12]
- Kulak, O., Polat, O., Gujjula, R., & Günther, H. O. (2013). Strategies for improving a long-established terminal's performance: a simulation study of a Turkish container terminal. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 25(4), 503-527.
- Lee, B. K., & Kim, K. H. (2010). Comparison and evaluation of various cycle-time models for yard cranes in container terminals. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 350-360.
- Lacerda, R. T. D. O., Ensslin, L., & Ensslin, S. R. (2012). Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. *Gestão & Produção*, 19, 59.
- Liu, C. I., Jula, H., & Ioannou, P. A. (2002). Design, simulation, and evaluation of automated container terminals. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 3(1), 12-26. [28]
- Maloni, M., & Paul, J. A. (2013). Evaluating capacity utilization options for US west coast container ports. *Transportation Journal*, 52(1), 52-79.

- Mar-Ortiz, J., Castillo-García, N., & Gracia, M. D. (2020). A decision support system for a capacity management problem at a container terminal. *International Journal of Production Economics*, 222, 107502.
- Merkuryev, Y., Tolujew, J., Blümel, E., Novitsky, L., Ginters, E., Viktorova, E., ... & Pronins, J. (1998). A modelling and simulation methodology for managing the Riga harbour container terminal. *Simulation*, 71(2), 84-95. [13]
- Murty, K. G., Liu, J., Wan, Y. W., & Linn, R. (2005). A decision support system for operations in a container terminal. *Decision support systems*, 39(3), 309-332. [14]
- Notteboom, T., Coeck, C., & Van Den Broeck, J. (2000). Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian stochastic frontier models. *International journal of maritime economics*, 2(2), 83-106. [15]
- Notteboom, T. E. (2004). Container shipping and ports: an overview. *Review of network economics*, 3(2). [16]
- Rambo, M. A., Dutra, A., Ensslin, L., & Feliu, V. M. R. (2021). Planejamento da Gestão da Qualidade na Movimentação de Cargas Pelos Portos: Análise da Literatura Internacional/Planning Quality Agement in Moving Loads Through Ports: Analysis of International Literature. *Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho)*, 18(6), 44-76.
- Richardson, R. J., Peres, J. D. S., Wanderley, J., Correia, L., & Peres, M. (2012). Pesquisa social: métodos e técnicas. 14. reimpr. São Paulo: Atlas.
- Stahlbock, R., & Voß, S. (2008). Operations research at container terminals: a literature update. *OR spectrum*, 30(1), 1-52. [17]
- Steenken, D., Voß, S., & Stahlbock, R. (2004). Container terminal operation and operations research-a classification and literature review. *OR spectrum*, 26(1), 3-49. [18]
- Teng, J. Y., Huang, W. C., & Huang, M. J. (2004). Multicriteria evaluation for port competitiveness of eight East Asian container ports. *Journal of Marine Science and Technology*, 12(4), 4.
- Theofanis, S., Boile, M., & Golias, M. M. (2009). Container terminal berth planning: critical review of research approaches and practical challenges. *Transportation research record*, 2100(1), 22-28. [19]
- Tongzon, J. L. (1995). Determinants of port performance and efficiency. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 29(3), 245-252. [20]
- Turner, H., Windle, R., & Dresner, M. (2004). North American containerport productivity: 1984–1997. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(4), 339-356. [21]
- United Nations Conference on Trade and Development. (1976). *Port Performance Indicator*. Monographs on Port Management. Geneva: UNCTAD. p. 1-23. Disponível em: <https://unctad.org/system/files/official-document/tdbc4d131sup1rev1_en.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021. [22]
- United Nations Conference on Trade and Development. (1992). *Port marketing and the challenge of the third generation port*. Geneva: UNCTAD. Disponível em: <https://unctad.org/system/files/official-document/tdc4ac7_d14_en.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021. [23]
- United Nations Conference on Trade and Development. (1993). *Strategic Planning for Port Authorities*. Geneva: UNCTAD. Disponível em: <https://unctad.org/en/Docs/shipd646_en.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2010). *Review of maritime transport 2010*. Geneva: United Nations Publications. Recuperado de https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2010_en.pdf.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2020). *Review of maritime transport 2020*. New York: United Nations Publications. Recuperado de

- United Nations Conference on Trade and Development. (2021). *Review of maritime transport 2021*. New York: United Nations Publications. Recuperado de https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2021_en_0.pdf.
- Wiśnicki, B., Chybowski, L., & Czarnecki, M. (2017). Analysis of the efficiency of port container terminals with the use of the data envelopment analysis method of relative productivity evaluation. *Management Systems in Production Engineering*.
- World Economic Forum. (2019, 05 de fevereiro). *Here are the 20 busiest ports on the planet*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/visualizing-the-world-s-busiest-ports>.
- World Economic Forum. (2021, 01 de outubro). *Our economy relies on shipping containers. This is what happens when they're 'stuck in the mud'*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2021/10/global-shortagof-shipping-containers/>.
- World Bank. (2022). *Container port performance index*. Recuperado de: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/66e3aa5c3be4647add01845ce353992-0190062022/original/Container-Port-Performance-Index-2021.pdf>
- Wu, J., & Liang, L. (2009). Performances and benchmarks of container ports using data envelopment analysis. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 1(3), 295-310 [24]
- Yi, Dong Won et al. Developing a conceptual model for sharing container terminal resources: a case study of the Gamman container terminal. *Maritime Policy & Management*, v. 27, n. 2, p. 155-167, 2000. [25]
- Zheng, X. B., & Park, N. K. (2016). A study on the efficiency of container terminals in Korea and China. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(4), 213-220.