



AVALIAÇÃO DAS VANTAGENS E PROGRESSÕES DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

EVALUATION OF THE ADVANTAGES AND PROGRESSIONS OF WATER TRANSPORT: A BIBLIOMETRIC REVIEW

EVALUACIÓN DE LAS VENTAJAS Y PROGRESIONES DEL TRANSPORTE ACUÁTICO: UNA REVISIÓN
BIBLIOMÉTRICA

Julya Motta de Oliveira ^{1*}, **Carolina Lordes Madeira** ², & **Marcos Wagner Jesus Servare Junior** ³

^{1,2,3} Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo

^{1*} julya.m.oliveira@edu.ufes.br ² carolina.l.madeira@edu.ufes.br ³ marcos.servare@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 01.08.2024

Aprovado: 19.08.2024

Disponibilizado: 04.10.2024

PALAVRAS-CHAVE: Transporte aquaviário; Progresso; Vantagens; ProKnow-C.

KEYWORDS: Water transportation; Progress; Benefits; ProKnow-C.

PALABRAS CLAVE: Transporte acuático; Progreso; Beneficios; ProKnow-C.

***Autor Correspondente:** Oliveira, J. M. de.

RESUMO

Devido a sua alta capacidade de transporte, baixos custos operacionais e menor impacto ambiental do que outras opções, o transporte aquaviário no Brasil se tornou uma opção viável e sustentável para o escoamento de cargas. A metodologia ProKnow-C foi usada neste estudo para examinar o avanço desse modal, bem como suas vantagens e desvantagens. Os resultados mostram que o transporte aquaviário reduz as emissões de poluentes, oferece maior segurança para as cargas e facilita a integração com outros tipos de transporte. No entanto, infraestrutura inadequada, burocracia excessiva e a necessidade de maior integração multimodal são alguns dos problemas que o setor ainda enfrenta. A eficiência plena do modal é limitada por esses fatores, mas a mitigação desses problemas e a expansão sustentável do transporte aquaviário no Brasil pode ser alcançada por meio de investimentos em infraestrutura e políticas públicas adequadas. O estudo conclui que o transporte aquaviário tem um potencial imenso para ajudar o desenvolvimento econômico e ambiental do país, apesar dos desafios.

ABSTRACT

Due to its high transport capacity, low operating costs and lower environmental impact than other options, water transport in Brazil has become a viable and sustainable option for cargo transport. The ProKnow-C methodology was used in this study to examine the advancement of this modal, as well as its advantages and disadvantages. The results show that waterway transport reduces pollutant emissions, offers greater safety for cargo and facilitates integration with other types of transport. However, inadequate infrastructure, excessive bureaucracy and the need for greater multimodal integration are some of the problems the sector still faces. The full efficiency of the modal is limited by these factors, but the mitigation of these problems and the sustainable expansion of waterway transport in Brazil can be achieved through investments in infrastructure and appropriate public policies. The study concludes that water transport has immense potential to help the country's economic and environmental development, despite the challenges.

RESUMEN

Debido a su alta capacidad de transporte, bajos costos operativos y menor impacto ambiental que otras opciones, el transporte acuático en Brasil se ha convertido en una opción viable y sostenible para el transporte de carga. En este estudio se utilizó la metodología ProKnow-C para examinar el avance de este modal, así como sus ventajas y desventajas. Los resultados muestran que el transporte fluvial reduce las emisiones contaminantes, ofrece mayor seguridad para la carga y facilita la integración con otros tipos de transporte. Sin embargo, la infraestructura inadecuada, la burocracia excesiva y la necesidad de una mayor integración multimodal son algunos de los problemas que aún enfrenta el sector. La plena eficiencia del modal está limitada por estos factores, pero la mitigación de estos problemas y la expansión sostenible del transporte fluvial en Brasil pueden lograrse a través de inversiones en infraestructura y políticas públicas apropiadas. El estudio concluye que el transporte acuático tiene un inmenso potencial para ayudar al desarrollo económico y ambiental del país, a pesar de los desafíos.



INTRODUÇÃO

O setor de transportes aquaviários desempenha um papel vital na economia global, facilitando o comércio internacional e contribuindo para o desenvolvimento econômico de diversas regiões (Pereira, 2010). Esse modo de transporte, caracterizado pela capacidade de movimentar grandes volumes de carga a longas distâncias de maneira eficiente e econômica, é essencial para a integração dos mercados globais. O papel essencial que esses modelos desempenham no transporte eficiente, seguro e sustentável de mercadorias, bens e indivíduos em todas as partes do mundo é enfatizado de maneira contundente, uma vez que pode ser observado o contínuo crescimento da demanda e o interesse por soluções eficientes, sustentáveis e ecologicamente corretas de transporte aquaviário (Garcia, 2012).

Assim, essas soluções podem contribuir significativamente para a redução substancial das emissões nocivas de carbono, proporcionando um impacto positivo e notável na otimização das cadeias logísticas globais e no meio ambiente como um todo. Nas últimas décadas, diversos modelos de transportes aquaviários têm sido propostos e analisados na literatura acadêmica, cada um oferecendo diferentes abordagens para resolver problemas específicos, como a alocação de recursos, roteirização de embarcações, gestão de portos e redução de emissões de poluentes.

No entanto, apesar da diversidade de estudos, a literatura sobre modelos de transportes aquaviários ainda apresenta lacunas significativas, especialmente no que diz respeito à adaptação a novas realidades econômicas e ambientais. Ademais, a crescente demanda por sustentabilidade e a rápida evolução tecnológica exigem que os modelos de transporte sejam constantemente revisados e atualizados (Magalhães, 2004). Por isso, com base em um extenso levantamento de referências científicas e embasamento teórico selecionados e atualizados, este artigo apresenta uma descrição detalhada e abrangente do modelo de transporte aquaviário.

Com o intuito de identificar, selecionar e analisar os trabalhos mais relevantes e contribuir para o avanço do conhecimento nessa área, utilizou-se o método Knowledge Development Process - Constructivist (ProKnow-C), visando uma compreensão aprofundada, completa e atualizada do tema em questão. O método ProKnow-C se destaca por sua abordagem estruturada e rigorosa, permitindo uma seleção criteriosa de artigos científicos e uma análise detalhada de suas contribuições. Assim, foi desenvolvida a seleção do portfólio bibliográfico, a obtenção do portfólio de artigos brutos, a filtragem do portfólio de artigos bruto, a análise bibliométrica e, por fim, a análise sistêmica.

Integra-se, portanto, a análise dos avanços recentes e as melhores práticas no campo dos transportes aquaviários, proporcionando uma base teórica robusta para futuros estudos e aplicações práticas. Com isso, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática sobre o modo de transporte aquaviário, utilizando o método ProKnow-C para identificar e analisar os trabalhos mais relevantes na área.

Em resumo, este artigo busca expandir o conhecimento existente sobre os modelos de transportes aquaviários e suas aplicações práticas. Através de uma abordagem abrangente e fundamentada em evidências, visa contribuir para o avanço da área de logística e transporte, beneficiando tanto a academia quanto a prática profissional. Ao fornecer uma visão ampliada e completa desse campo, o estudo pretende impulsionar o desenvolvimento de políticas, práticas e tecnologias que possam melhorar a eficiência e a resiliência do transporte aquaviário.

PROKNOW-C

O processo metodológico Proknow-C, desenvolvido por Ensslin et al. (2010), foi aplicado nesta pesquisa para identificar e analisar um conjunto de artigos que constituem um portfólio bibliográfico focado no tema proposto.

A realização da metodologia consiste em 3 macro etapas sendo elas:

- (I) seleção de um portfólio bibliográfico;
- (II) análise bibliométrica;
- (III) análise sistemática.

O procedimento metodológico aplicado neste trabalho, permitiu analisar, a partir da aplicação dos três primeiros pilares, um conjunto de artigos, que posteriormente, possibilitou a criação de um portfólio bibliográfico centrado na avaliação das vantagens e progressões do transporte aquaviário.

No decorrer da metodologia será retratado, o passo a passo utilizado para a formação do portfólio final.

SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

Inicialmente, foi realizada a escolha das palavras-chave que seriam utilizadas para fazer a pesquisa dos artigos. Foram definidas cinco palavras-chave, sendo elas: transporte aquaviário; operações de transporte; portos marítimos; distribuição logística; e portos fluviais. Após essa etapa, definiu-se dois anais e dois periódicos, considerando publicações de 1997 até 2024, para compor o banco de artigos bruto.

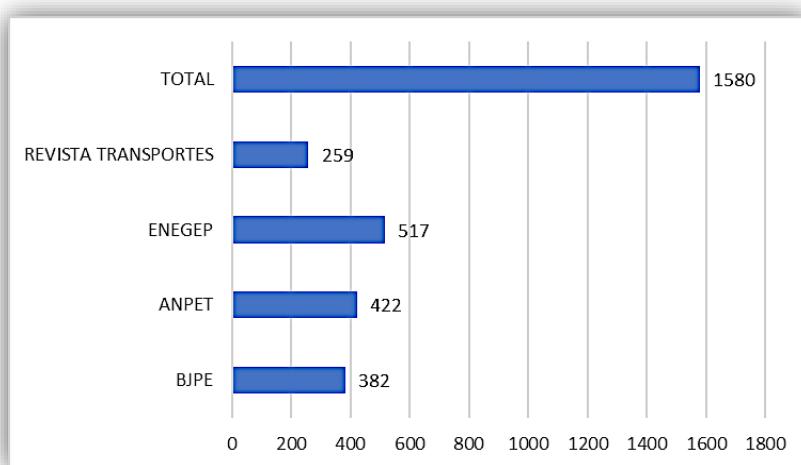
Em seguida, com a definição do banco de dados bruto, os artigos passaram por uma filtragem que consiste respectivamente em: eliminar os artigos repetidos nos canais de pesquisa; alinhar os títulos com o tema definido; definição dos artigos com mais citações (diagrama de Pareto); análise de autores destaque; artigos mais recentes; leitura dos resumos; e, por fim, leitura integral.

Para a formação do banco de dados bruto, foram considerados artigos que possuem ligação com as cinco palavras-chave definidas, e que foram encontrados em periódicos e anais relevantes para Engenharia de Produção e para o modal hidroviário.

OBTENÇÃO DO PORTFÓLIO DE ARTIGOS BRUTO

Foram selecionados para a busca, dois periódicos e dois anais sendo os periódicos: Brazilian Journal of Production Engineering (BJPE) e Revista Transportes; e anais: Congresso anual da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET) e Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGET) (Figura 1).

Figura 1. Quantidade de artigos por periódicos/ anais para a formação do banco de dados brutos



Fonte: Autores (2024).

FILTRAGEM DO PORTFÓLIO DE ARTIGOS BRUTO

Neste tópico será detalhado, cada processo da filtragem dos artigos. Foi utilizado como recurso o Microsoft Excel®, como ferramenta, para otimizar o processo. Após a definição do banco de dados brutos, os artigos passaram pela filtragem.

A primeira etapa foi a eliminação de artigos repetidos dentro do portfólio bruto: nesta fase foram eliminados artigos duplicados, ou seja, que se repetiram ao longo da seleção inicial. Isso pode ocorrer, pois um artigo pode estar relacionado com mais de uma das palavras chaves escolhidas. Esta etapa passou de 1.580 para 1.099 artigos, resultando em uma eliminação de 481 títulos do banco de dados bruto.

A segunda etapa consistia em um alinhamento de títulos, ou seja, foi realizada a leitura de 1.099 títulos, e foram selecionados apenas os títulos que tinham alguma relevância para o tema escolhido. Dessa forma, essa fase, resultou na eliminação de 1.036 títulos, assim houve uma redução significativa de artigos, que passaram a ser 63 ao final desta etapa.

Após o alinhamento de títulos, se tornou necessário o acréscimo de uma filtragem por citações. Cada artigo selecionado até esta etapa foi classificado como "destaque" e "não destaque". Os que se destacaram, eram aqueles cujo possuíam mais de cinco citações, o que contribuiu para a comunidade científica de forma mais abrangente. Após esta fase, 19 artigos se classificaram para a nova etapa de análise.

Autores destaque: após a seleção de artigos destaque, foram selecionados os artigos em que os autores se repetiam em mais de um artigo do portfólio, de tal modo, foram escolhidos 12 artigos que se encaixam nesta fase. Assim, o banco que contém 19 artigos ao final da etapa anterior passou a ter 27 artigos. Nesta etapa também foi realizado a verificação de títulos repetidos, inicialmente tinha-se 31 artigos após a junção, porém, foram detectados 4 títulos repetidos, que geraram num total de 27 artigos, levados para a próxima etapa.

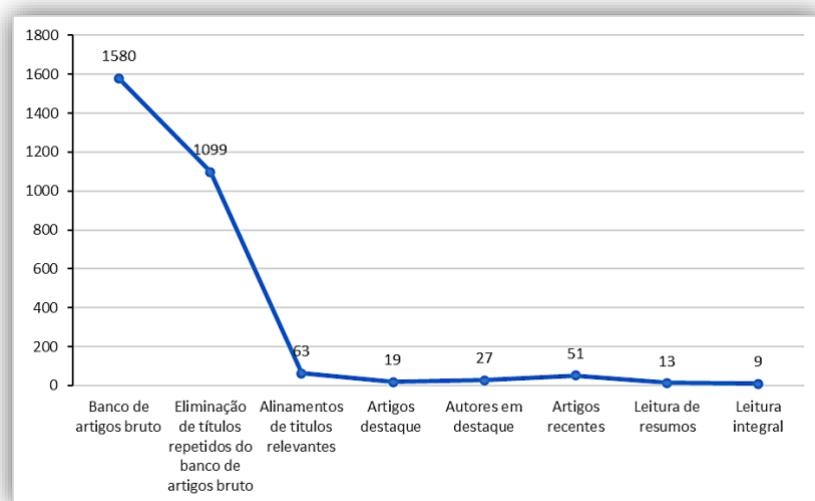
Artigos recentes: nesta fase, foram considerados que artigos com data de publicação entre 2015 e 2024, foram selecionados 27 artigos, que foram acrescentados a etapa anterior gerando um total de 50 artigos, da mesma maneira que na etapa anterior, também foi feita a

verificação de títulos repetidos, foram selecionados 4 artigos repetidos, gerando um número total de 51 artigos.

Leitura de resumos: nesta fase foi realizada a leitura de 51 resumos, os artigos que foram eliminados, eram os que não tinham conexão com o objetivo do presente trabalho, o número passou a ser de 13 artigos. Vale ressaltar, que durante as buscas para a leitura dos resumos não foi encontrado um artigo, que também foi eliminado. Assim, para melhor entendimento, foi excluído um artigo por não ser encontrado e 37 que não condizem com o objetivo proposto.

Leitura integral: nesta etapa final, foi efetuada a leitura completa de 13 artigos e a verificação de alinhamento de objetivos com os do presente trabalho. Esta etapa resultou em uma filtragem de 9 artigos que compõem o portfólio bibliográfico (Figura 2).

Figura 2. Etapas de filtragem do banco de artigos bruto



Fonte: Autores (2024)

Foram selecionados 9 artigos após todas as fases, e esses artigos foram considerados parte do portfólio final que seria posteriormente analisado nas próximas etapas de implementação do ProKnow-C (Tabela 1).

Tabela 1. Portfólio final

Autores	Título	Citação	Origem
Dalto e Victorino (2008)	Impactos da lei 8.630 sobre a infraestrutura de terminais de contêineres e na viabilização da navegação de cabotagem no Brasil	6	Transportes
Mello et al. (2009)	Identificação dos atributos de desempenho para a utilização do serviço de transporte de carga pela hidrovia tietê-paraná	2	ANPET
Silva et al. (2011)	Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros	26	Transportes
Carvalho e Yamashita (2015)	Uma análise sobre o custo do transporte escolar rural aquaviário no Brasil	2	ANPET
Torres et al. (2016)	Análise de eficiência dos portos brasileiros: uma abordagem pelo método Network DEA	4	ANPET
Rocha et al. (2017)	Análise da evolução do desempenho ambiental nos portos brasileiros	1	ANPET
Barros et al. (2018)	Comparação de emissão de CO2 entre os modos rodoviário e hidroviário—ensaio sobre o Corredor Norte/Eixo Tocantins	1	ANPET
Melo et al. (2023)	Análise multicritério para hierarquização de indicadores de desempenho aplicada à gestão de hidrovias brasileiras	0	Transportes
Guedes et al. (2024)	Sustentabilidade portuária: comparação das métricas dos objetivos do desenvolvimento sustentável nos portos públicos brasileiros	0	BJPE

Fonte: Autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

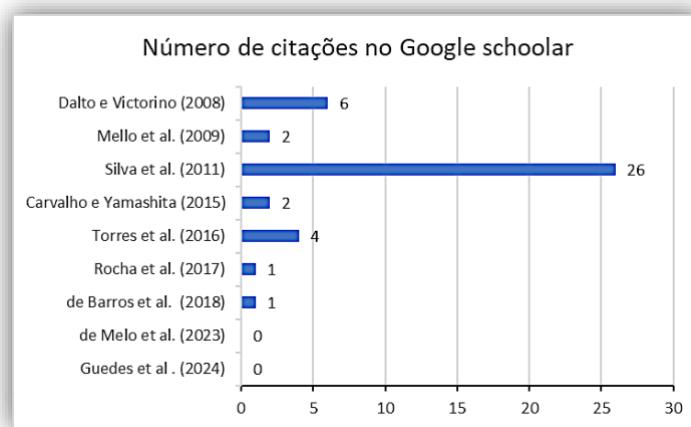
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Foram coletados dados quantitativos do portfólio previamente selecionado, utilizando os critérios: número de citações dos artigos no Google Scholar; quantidade de artigos publicados em revistas ou apresentados em congressos; ano de publicação. Com base nos 9 artigos relevantes realizou-se análise quantitativa em 3 etapas.

Número de citações no Google Scholar

Na primeira etapa, analisamos o impacto acadêmico dos artigos, medido pelo número de citações no Google Scholar. Esse indicador nos forneceu uma visão sobre a influência e relevância dos trabalhos dentro da comunidade científica. A busca apontou 7 dos 9 artigos com citações no Google Scholar (Figura 3).

Figura 3. Relevância de cada artigo com base nas citações no Google Scholar

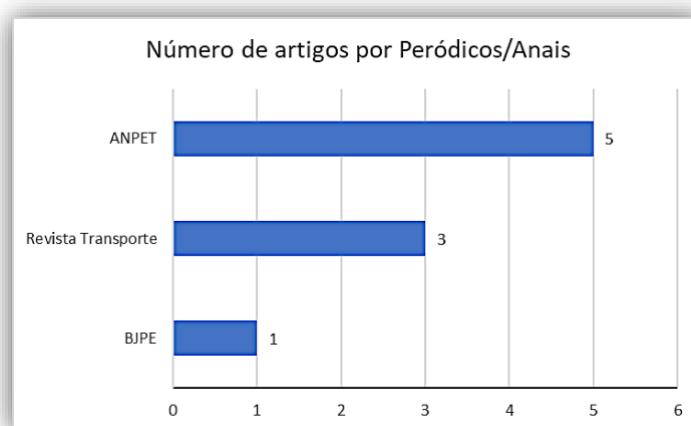


Fonte: Autores (2024).

Número de artigos por periódicos do portfólio bibliográfico

Na segunda etapa, examinamos a distribuição dos artigos por periódicos e anais de conferências. Isso nos permitiu identificar quais veículos de publicação são mais frequentes e prestigiados para o tema em questão, além de avaliar a qualidade e a visibilidade das fontes. Pode-se concluir que o canal com o maior número de artigos no portfólio foi a ANPET, com um total de 5 artigos (Figura 4).

Figura 4. Quantidade de artigos por canal de pesquisa



Fonte: Autores (2024).

Número de artigos por ano de publicação

Na terceira e última etapa, foi considerado o ano de publicação dos artigos, o que permitiu entender a evolução temporal das pesquisas na área e identificar tendências recentes. Esse panorama cronológico foi fundamental para contextualizar os achados e situar o estudo dentro de um quadro mais amplo de desenvolvimento científico. Inicialmente, foram considerados artigos com anos de publicação entre 1997 e 2021, ao final restaram artigos com ano de publicação referentes a 2008, 2009, 2011, 2015, 2016, 2017, 2018, 2023 e 2024. A Figura 5, representa os resultados obtidos nesta etapa. Ao analisar a Figura 5, pode-se concluir que recentemente houve um aumento na pesquisa de artigos, com o foco em modal hidroviário. Notando uma crescente de 2015 até o ano de 2024.

Figura 5. Quantidade de artigo do portfólio por ano



Fonte: Autores (2024).

Essas três etapas de análise proporcionaram uma compreensão abrangente do portfólio selecionado, permitindo avaliar a contribuição dos artigos para a área de estudo de maneira detalhada e estruturada.

ANÁLISE SISTÊMICA

Após a leitura integral dos artigos selecionados na análise bibliométrica, identificou-se que nove deles apresentaram uma coerência significativa com o tema deste estudo. Cada um deles foi avaliado com base em critérios estabelecidos, tais como a contribuição ao tema proposto, ferramentas metodológicas empregadas, alinhamento dos objetivos com os propósitos deste estudo e a análise crítica dos resultados alcançados. Com isso, foi possível analisar de forma mais profunda as diferentes perspectivas dos autores, contribuindo para uma discussão fundamentada no contexto desta pesquisa.

Análise da progressão do modal

Dalto e Victorino (2008) fundamentaram o trabalho na progressão do modal aquaviário. O estudo retrata a transformação dos terminais marítimos no Brasil através de iniciativas de privatização e investimentos em infraestrutura tem demonstrado resultados favoráveis para o transporte costeiro. No decorrer do texto, é observado um aumento na eficiência operacional dos portos, resultando na diminuição dos custos de movimentação de

contêineres e na elevação da competitividade da cabotagem em relação ao transporte rodoviário. Além disso, este estudo apresentou que o transporte multimodal enfrenta obstáculos devido aos prolongados tempos de ciclo, afetando os níveis de estoque e o capital fixo das empresas.

Outrossim, ainda na análise da progressividade do modelo, da Silva et al. (2011) nos mostra que a progressão do transporte de cargas por navios e a variabilidade produtiva dos portos brasileiros conforme a administração e infraestrutura disponível. Através da aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) e do índice Malmquist, o estudo identifica que portos como Cabedelo, Itajaí e Santarém demonstram alta eficiência na movimentação de contêineres, enquanto Maceió e São Francisco do Sul se destacam na movimentação de carga geral. A pesquisa revela melhorias na eficiência ao longo do tempo, atribuídas às reformas administrativas e investimentos em infraestrutura, e enfatiza a necessidade de estudos mais aprofundados para otimizar a gestão portuária e aprimorar a eficiência operacional, contribuindo para a progressão do modelo de transporte aquaviário no Brasil.

Ao pontuar a importância de uma análise da progressão do modelo aquaviário em situações distintas no Brasil, o estudo realizado por Carvalho e Yamashita (2015) integra que a realidade do desenvolvimento do modal de transporte aquático está também inserida nas zonas rurais do Brasil. Este artigo retrata um estudo realizado entre 2011 e 2012, que abrange diversas regiões do país, onde revela-se uma perspectiva crítica sobre a progressão desse modelo de transporte. Dos 450 municípios visitados mais o Distrito Federal, apenas 53 utilizavam o transporte aquaviário, evidenciando uma predominância de custos fixos que compõem mais de 98% do custo total nacional. Notavelmente, os custos com pessoal, principalmente os condutores das embarcações, representam mais de 61% do total. Em resumo, além de quantificar os custos associados ao transporte escolar aquaviário, o estudo sublinha a necessidade de uma gestão eficiente e melhoria contínua do serviço, buscando equilibrar a redução de despesas com a manutenção da qualidade do serviço prestado, em um contexto de evolução do transporte aquaviário no Brasil.

Ademais, o estudo de Torres et al. (2016) traz a ideia de que o modelo de transporte aquaviário pode ser muito mais eficiente do que é hoje. O estudo oferece uma análise detalhada da eficiência operacional de 34 portos brasileiros, empregando a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) em dois estágios, conhecida como Network Relacional Multiplicativo DEA com foco em *inputs*. O número de berços, atracções e o peso das cargas movimentadas são utilizados como principais variáveis para avaliar a eficiência dos portos. O Porto Itapoá se destaca como o mais eficiente entre os avaliados, enquanto a pesquisa aponta para uma eficiência geral abaixo do ideal nos demais portos. O estudo sublinha a importância de *benchmarks* como guias para promover práticas eficazes e aumentar a competitividade dos portos brasileiros. Além disso, o artigo reflete sobre o potencial das hidrovias, destacando oportunidades para melhorar a eficiência por meio de práticas aprimoradas e investimentos direcionados, contribuindo assim para a evolução do modelo de transporte aquaviário no Brasil.

Análise das vantagens do modal

Para a análise de vantagens, De Mello et al. (2009) ressalta os ganhos que o modelo estudado neste artigo proporciona. O estudo explora diversas vantagens da hidrovia Tietê-Paraná, destacando sua alta capacidade de transporte, superior aos modos rodoviário e ferroviário, o que possibilita o escoamento eficiente de grandes volumes de *commodities* agrícolas com custo operacional reduzido e menor consumo de combustível. Além disso, mostra que a hidrovia apresenta menor incidência de perdas e danos, o que contribui significativamente para a preservação das cargas transportadas. O artigo também enfatiza a necessidade de investimentos em infraestrutura e integração multimodal para maximizar os benefícios desse importante modo de transporte. Com seus 2.400 km de extensão, a hidrovia Tietê-Paraná conecta importantes centros produtores agrícolas aos portos de Santos e Paranaguá, o que, de acordo com o autor, desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico regional e nacional.

Ademais, outro artigo lido integralmente detalha as vantagens e o avanço das hidrovias no Brasil, destacando tanto a eficiência econômica quanto ambiental do transporte hidroviário, evidenciando sua menor emissão de poluentes em comparação com modais como o rodoviário e o ferroviário. Este estudo de Rocha et al. (2017), apresenta dados que mostram um crescimento na utilização das hidrovias, impulsionado por investimentos em infraestrutura e políticas públicas focadas na sustentabilidade e na redução dos custos logísticos. A análise mostra que a expansão das hidrovias é considerada crucial para o desenvolvimento econômico regional, especialmente em regiões com vasto potencial hidrográfico. O artigo também enfatiza a importância de um planejamento integrado que leve em conta aspectos sociais, econômicos e ambientais para maximizar os benefícios das hidrovias.

As vantagens do modelo aquaviário de transportes são reforçadas por Barros et al. (2018), onde é ressaltado os benefícios das hidrovias, enfocando especialmente os prós econômicos e ambientais. O estudo mostra que as hidrovias reduzem as emissões de CO₂ em 67,32% em comparação aos caminhões, contribuindo, assim, para a mitigação dos gases de efeito estufa. Outro ponto positivo estudado é a elevada capacidade de carga das hidrovias, o que as torna ideais para o transporte de produtos de baixo valor agregado, como *commodities* agrícolas. O artigo também discute como o desenvolvimento das hidrovias pode reduzir a dependência excessiva das rodovias, promovendo um equilíbrio mais sustentável na matriz de transportes do Brasil.

Outrossim, Barbosa et al. (2023) mostra que há múltiplas vantagens nas hidrovias, reforçando a ideia de que essas são uma alternativa eficiente e sustentável aos modais rodoviário e ferroviário. As hidrovias oferecem economia significativa de combustível para transportar volumes equivalentes de carga, o que resulta em menores emissões de poluentes e maior vida útil dos veículos utilizados. O estudo apresentou que o Plano Nacional de Logística do Brasil reconhece o papel crucial das hidrovias na matriz de transporte até 2025, promovendo sua integração no planejamento de usos múltiplos das águas. O artigo enfatiza também a

importância de estabelecer indicadores de desempenho específicos para as hidrovias brasileiras, visando aprimorar o controle e a quantificação de seu desempenho, o que facilita a tomada de decisões e a implementação de políticas públicas pertinentes ao desenvolvimento desse importante meio de transporte aquático.

Por fim, Guedes et al. (2024) trouxe um estudo onde é abordado que os portos de Santos, Suape e Itajaí, notáveis por suas práticas sustentáveis e eficiência operacional premiadas, destaca-se a relevância das parcerias público-privadas na promoção da sustentabilidade e do desenvolvimento econômico local. Esses reconhecimentos sublinham o alinhamento estratégico com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com iniciativas focadas em promover o avanço sustentável no contexto do modelo de transporte aquaviário. Além dos benefícios ambientais, o estudo evidencia ganhos econômicos através da otimização operacional e competitividade portuária, além do compromisso com o bem-estar social e laboral das comunidades envolvidas. Por fim, este artigo aponta a importância da crescente sustentabilidade na área de transportes através de navios, mostrando como os responsáveis estão integrando os ODS em suas estratégias operacionais e de desenvolvimento, buscando não apenas eficiência econômica, mas também responsabilidade ambiental e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, amparada na metodologia de revisão bibliográfica sistemática com Proknow-C, explorou o progresso e as vantagens do transporte aquaviário no Brasil, traçando um panorama abrangente e fundamentado em nove artigos científicos relevantes. Através da análise criteriosa e sistemática da literatura, este estudo contribui para a compreensão do papel crucial desse modal no cenário logístico nacional.

Os resultados da pesquisa demonstram que o transporte aquaviário vem se consolidando como uma alternativa vantajosa e sustentável para o escoamento de cargas no Brasil. Essa progressão é impulsionada por diversos fatores, incluindo investimentos em infraestrutura, modernização dos portos e o crescimento da demanda por soluções de transporte eficientes e ambientalmente responsáveis.

Esse modelo de carregamento se apresenta como uma alternativa vantajosa, eficiente e sustentável para o transporte de cargas no Brasil. As vantagens do modal, como baixo custo, alta capacidade de transporte e menor impacto ambiental, o colocam como uma opção competitiva em relação a outros modais. Apesar dos desafios existentes, como infraestrutura deficiente em algumas regiões e burocracia excessiva, o potencial do transporte aquaviário para o desenvolvimento do país é imenso. Investimentos direcionados e políticas públicas adequadas são essenciais para garantir a expansão sustentável desse modal e torná-lo um pilar fundamental da logística nacional.

Por fim, a continuidade da pesquisa sobre este modelo de carregamento é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável do modal, otimizar a logística nacional e impulsionar o crescimento econômico do país. Através de pesquisas rigorosas e inovadoras, é possível aprimorar a eficiência do transporte aquaviário, minimizar seus impactos ambientais e promover sua integração com outros modais de transporte, consolidando-o como uma alternativa vantajosa e sustentável para o escoamento de cargas no Brasil. Como sugestão de trabalhos futuros, é possível ampliar a abrangência desta análise, através de periódicos internacionais, a fim de conhecer diferentes abordagens e pontos de vista sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- Ensslin, L., et al. (2010). *ProKnow-C: Processo de análise sistêmica. Brasil: Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI*.
- Carvalho, W. L. & Yamashita, Y. (2015). Uma análise sobre o custo do transporte escolar rural aquaviário no Brasil. In *Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte, ANPET, Ouro Preto* (pp. 2274-2285).
- da Silva, F. G. F., Martins, F. G. D., Rocha, C. H., & Araújo, C. E. F. (2011). Análise exploratória da eficiência produtiva dos portos brasileiros. *Transportes*, 19(1), 5-12.
- Dalto, E. J., & Victorino, D. R. (2008). Impactos da lei 8.630 sobre a infraestrutura de terminais de contêineres e na viabilização da navegação de cabotagem no Brasil. *Transportes*, 16(1).
- Barros, B. R. C. de, Carvalho, E. B. de, Melo, W. C. de, Santos, E. B. dos, & Mendonça, B. A. C. de. (2018). Comparação de emissão de CO₂ entre os modos rodoviário e hidroviário—ensaio sobre o Corredor Norte/Eixo Tocantins. In *XXXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (XXXII ANPET). Gramado/RS. Anais... Rio de Janeiro: ANPET* (pp. 530-541).
- Melo B. K. de, Campos, P. C., Paz, I. D. S. R., Miranda R. M. de, & Amorim, J. C. C. (2023). Análise multicritério para hierarquização de indicadores de desempenho aplicada à gestão de hidrovias brasileiras. *Transportes*, 31(1), e2687-e2687.
- Garcia, D. S. S. (2012). A atividade portuária como garantidora do princípio da sustentabilidade. *Revista de Direito Econômico Socioambiental*, 3(2), 375-399.
- Guedes, F. E. M., Zattar, I. C., & Seleme, R. (2024). Sustentabilidade portuária: comparação das métricas dos objetivos do desenvolvimento sustentável nos portos públicos brasileiros. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 10(2), 233-249.
- Magalhães, M. T. Q. (2004). *Metodologia para desenvolvimento de sistemas de indicadores: uma aplicação no planejamento e gestão da política nacional de transportes* (Tese de mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Mello, P. F. B., Cardoso, B. C., & D'AGOSTO, M. A. (2009). Identificação dos atributos de desempenho para a utilização do serviço de transporte de carga pela hidrovia tietê-paraná. In *Anais do XXII ANPET-Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*.
- Pereira, L. A. G. (2010). *Planejamento e desenvolvimento: Logística de transportes e exportações na microrregião norte de Minas Gerais* (Tese de mestrado). Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil.
- Rocha, C. H., da Silva, G. L., & Abreu, L. M. de. (2017). Análise da evolução do desempenho ambiental nos portos brasileiros. In *Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet* (Vol. 31).
- Torres, B. G., Callado, G. F. M., & Meza, L. A. (2016). Análise de eficiência dos portos brasileiros: uma abordagem pelo método Network DEA. In *XXX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET* (Vol. 30).