



DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO: A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL

CHALLENGES AND INNOVATIONS IN MARITIME TRANSPORT: THE INTERSECTION OF GLOBAL ECONOMY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

DESAFÍOS E INNOVACIONES EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO: LA INTERSECCIÓN ENTRE ECONOMÍA GLOBAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

Julia Do Rosário Braguim Neves¹, Lais Santos Da Silva², Matheus Mosias Costa Dos Reis³, Margibel Adriana de Oliveira⁴

e49204

<https://doi.org/10.63026/acertte.v4i9.204>

PUBLICADO: 11/2024

RESUMO

O artigo examina os impactos ambientais do transporte marítimo, um setor vital para o comércio internacional, que enfrenta desafios significativos relacionados à sustentabilidade. A pesquisa destaca a urgência de alternativas, como o uso de combustíveis limpos e regulamentações rigorosas, para mitigar a poluição e os danos ambientais gerados por essa modalidade de transporte. A Organização Marítima Internacional (IMO) desempenha um papel crucial ao promover a adoção de práticas sustentáveis, incluindo a implementação de tecnologias inovadoras, como biocombustíveis e fontes de energia renovável, fundamentais para garantir que o transporte marítimo continue contribuindo de maneira responsável para a economia global. O objetivo da pesquisa é identificar as causas desses impactos ambientais e sugerir soluções sustentáveis, levando em consideração a importância do setor para a economia global. A metodologia adotada envolve uma abordagem descritiva para categorizar os impactos ambientais e uma análise explicativa das práticas adotadas no setor, com foco nas inovações que podem promover a sustentabilidade. Por meio dessa análise, o estudo busca oferecer recomendações que ajudem a alinhar o desenvolvimento econômico à proteção ambiental no transporte marítimo.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte Marítimo. Impactos Ambientais. Sustentabilidade. Combustíveis Alternativos. Regulamentações. Inovação.

ABSTRACT

The article examines the environmental impacts of maritime transport, a vital sector for international trade that faces significant sustainability challenges. The research highlights the urgency of alternatives, such as the use of clean fuels and stringent regulations, to mitigate pollution and environmental damage generated by this mode of transport. The International Maritime Organization (IMO) plays a crucial role in promoting the adoption of sustainable practices, including the implementation of innovative technologies like biofuels and renewable energy sources, essential for ensuring that maritime transport continues to contribute responsibly to the global economy. The research aims to identify the causes of these environmental impacts and suggest sustainable solutions, considering the sector's importance to the global economy. The adopted methodology involves a descriptive approach to categorize environmental impacts and an explanatory analysis of the practices adopted in the sector, focusing on innovations that can promote sustainability. Through this analysis, the study seeks to offer recommendations that help align economic development with environmental protection in maritime transport.

¹ Graduada no Curso Técnico de Administração de Empresas pela instituição ETEC de Cotia. Graduanda no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC Barueri.

² Graduanda no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC Barueri.

³ Graduado no Curso Técnico de Administração pela instituição ITB Professor Munir José. Graduando no Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC Barueri.

⁴ Especialista em GRH (UNINTER) e Graduada em GRH (UNISUL); Graduada e Mestre (UFSC) e Doutora em Letras (USP). Docente do Curso Superior em Comércio Exterior da FATEC -Barueri.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

KEYWORDS: *Maritime Transport. Environmental Impacts. Sustainability. Alternative Fuels. Regulations. Innovation.*

RESUMEN

El artículo examina los impactos ambientales del transporte marítimo, un sector vital para el comercio internacional que enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad. La investigación destaca la urgencia de alternativas, como el uso de combustibles limpios y regulaciones estrictas, para mitigar la contaminación y los daños ambientales generados por este modo de transporte. La Organización Marítima Internacional (IMO) desempeña un papel crucial al promover la adopción de prácticas sostenibles, incluida la implementación de tecnologías innovadoras, como biocombustibles y fuentes de energía renovable, fundamentales para garantizar que el transporte marítimo continúe contribuyendo de manera responsable a la economía global. El objetivo de la investigación es identificar las causas de estos impactos ambientales y sugerir soluciones sostenibles, considerando la importancia del sector para la economía global. La metodología adoptada implica un enfoque descriptivo para categorizar los impactos ambientales y un análisis explicativo de las prácticas adoptadas en el sector, con un enfoque en las innovaciones que pueden promover la sostenibilidad. A través de este análisis, el estudio busca ofrecer recomendaciones que ayuden a alinear el desarrollo económico con la protección ambiental en el transporte marítimo.

PALABRAS CLAVE: *Transporte Marítimo. Impactos Ambientales. Sostenibilidad. Combustibles Alternativos. Regulaciones. Innovación.*

1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo é historicamente a maneira mais eficaz de movimentação de mercadorias em âmbito internacional, além de ser responsável por significativa parte do comércio global, abrangendo uma variedade de produtos como vestuário, alimentos, commodities, equipamentos, energia, entre outros. Essa atividade, entretanto, gera diversos impactos ambientais, seja na rotina de operações, quanto em situações de acidentes, especialmente em casos de vazamentos de óleo e outras substâncias prejudiciais.

As regulamentações relacionadas à emissão de poluentes (como a MARPOL), devido ao uso de combustíveis fósseis e à dependência destes recursos a bordo, estão impulsionando a busca por alternativas mais sustentáveis e eficientes para a geração de energia. Segundo o Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBIE, 2019) a maioria dos combustíveis utilizados nos motores e sistemas auxiliares das embarcações são derivados do petróleo, o que acarreta impactos tanto ambientais quanto econômicos. Assim, a utilização de fontes alternativas de combustíveis surge como uma opção viável para se adequar às novas normas ambientais.

O estudo tem como objetivo geral a realização de análise acerca das causas dos impactos nocivos ao meio ambiente ocasionados pelo transporte marítimo internacional. Além disso, os objetivos específicos desta pesquisa são: identificar a importância desse setor para o comércio exterior, com foco em apresentar de que forma a degradação ambiental é causada pelos operadores marítimos e discorrer sobre a relevância de investir em gestão ambiental como forma de prevenir e mitigar tais impactos ambientais.

O tema foi selecionado visando investigar os principais impactos ambientais gerados pelo transporte marítimo, com o propósito de sugerir soluções aos impactos ao meio ambiente causados



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE ISSN 2763-8928

DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

pelo modal aquaviário. Assim, este tema se torna relevante para estudantes e profissionais interessados em questões relacionadas a combustíveis sustentáveis, especialmente diante do contexto do comércio marítimo internacional.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi estruturada em duas abordagens principais. Primeiramente, para a definição e exemplificação dos impactos ambientais decorrentes do transporte marítimo, utilizou-se um método descritivo, que permite detalhar e categorizar esses impactos. Em seguida, a análise das práticas e resoluções adotadas no setor, tanto as que apresentam resultados positivos quanto as negativas, caracteriza-se como um método explicativo.

Além disso, o projeto pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, uma vez que busca apresentar soluções inovadoras e práticas para promover ações sustentáveis na modalidade de transporte marítimo. Essa abordagem visa não apenas identificar problemas, mas também propor alternativas viáveis para mitigação dos impactos ambientais, contribuindo assim para o desenvolvimento de um setor mais sustentável.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste artigo aborda a coexistência entre transporte marítimo, sustentabilidade e inovação tecnológica. A literatura examinada destaca a importância do setor marítimo no comércio internacional, ao mesmo tempo em que evidencia os impactos ambientais significativos associados a essa modalidade de transporte. Além disso, a análise das inovações, como biocombustíveis e fontes de energia renovável, fornece um contexto para as soluções propostas, fundamentando a discussão sobre como equilibrar crescimento econômico e proteção ambiental. Essa base teórica é essencial para entender as dinâmicas do transporte marítimo e suas implicações para a economia global.

3.1 A Relevância do Transporte Marítimo Internacional

O comércio internacional, caracterizado como troca de bens e serviços entre diversos países, está se fortalecendo progressivamente e gerando resultados positivos para as nações, visto que nenhum país é autossuficiente e necessita ter acesso a novas tecnologias, matérias-primas e produtos não existentes no país de origem. Entretanto, esta globalização depende dos modais de transporte para que todas as operações comerciais fluam até as mercadorias chegarem ao destino.

Os modais de transporte obtêm grande relevância para que essas comercializações ocorram. Atualmente, há cinco tipos de modais de transporte: rodoviário, aéreo, aquaviário, ferroviário e dutoviário. Apesar de todos estes serem utilizados, Andrade e Biazon (2021) enfatizam que o transporte



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

marítimo se destaca nessas movimentações internacionais, pois corresponde a 80% de todas as cargas movimentadas no comércio mundial.

Esse volume expressivo reforça o papel do transporte marítimo como essencial para a economia global, mas também ressalta a responsabilidade desse setor quanto à sustentabilidade. Keedi e Mendonça (2000, p. 30 apud TESSARO, 2008), definem o transporte marítimo como aquele utilizado por navios em mares e oceanos, podendo ser de cabotagem (portos do mesmo país), ou a longa distância. O modal marítimo pode ser utilizado para qualquer tipo de carga e para qualquer lugar do mundo, além de ser o único veículo de transporte que proporciona o envio regular de milhares de toneladas e metros cúbicos de qualquer produto, em uma única vez.

O objetivo deste transporte é mover produtos entre localidades com segurança e no prazo estipulado. Este transporte busca oferecer o menor custo possível, além de beneficiar-se com um custo acessível, mesmo se a carga for em grande quantidade (WAKAMATSU, 2007).

De acordo com Rocha (2021) o transporte marítimo é o mais utilizado pelas empresas nas transações internacionais, em razão deste transporte suportar grandes volumes de cargas, e consequentemente, reduzir custos logísticos. Se comparado aos outros modais de transporte, o modal marítimo é o mais eficiente para as comercializações, pois possui maior capacidade de cargas. Além disso, as tarifas e os fretes são mais competitivos (TESSARO, 2008).

Segundo Rocha (2021), o transporte marítimo apresenta várias vantagens significativas para transações internacionais. Em primeiro lugar, a robustez das embarcações permite o transporte seguro de grandes cargas, que podem atingir toneladas. Além disso, esse modal se destaca pela redução de custos com frete, pois possibilita o transporte de grandes volumes simultaneamente, permitindo ainda o compartilhamento de espaços a bordo, o que elimina a necessidade de locação de fretes.

Outro aspecto importante é a segurança que o transporte marítimo proporciona. A adesão a normas e regulamentações de segurança, tanto nacionais quanto internacionais, contribui para um ambiente mais seguro em comparação aos transportes terrestres, que estão mais suscetíveis a ataques e roubos. Por fim, Rocha (2021) ressalta a capacidade do transporte marítimo de cobrir grandes distâncias, o que não só amplia as possibilidades de acesso a locais inacessíveis por outros modais, mas também oferece uma vantagem competitiva no comércio global. Essas características tornam o transporte marítimo uma opção altamente vantajosa no contexto das transações internacionais.

Embora essas vantagens sejam inegáveis, o setor enfrenta desafios significativos no que diz respeito ao impacto ambiental, como será discutido a seguir.

Conforme Ribeiro e Fernandes (2017), para que haja crescimento no comércio mundial, é essencial um investimento no transporte por via marítima, já que há cargas volumosas que são transportadas diariamente. Em referência ao Brasil que exporta grandes quantidades de produtos, principalmente, produtos agrícolas, provenientes da agropecuária e da mineração, é fundamental beneficiar-se deste modal.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

Ainda segundo os autores, se não houver a utilização deste transporte é impossível que as negociações e o comércio exterior se expandam, pois, de acordo com a Câmara Internacional da Navegação (em inglês, *International Chamber of Shipping*) existem mais de 50 mil navios mercantes que realizam essas transações internacionais.

Apesar do transporte marítimo representar 90% do comércio econômico global, sendo um setor chave na economia, ainda existem questões relacionadas à sustentabilidade que requerem uma atenção mais eficiente, principalmente se tratando dos impactos nocivos que esta modalidade de transporte pode causar ao meio ambiente (LONGARELA-ARES; CALVO-SILVOSA; PÉREZ-LÓPEZ, 2020).

3.2 Efeitos Nocivos do Transporte Marítimo no Meio Ambiente

Os oceanos são de extrema importância para a vida humana, seja pelo fornecimento de alimentos, por propiciar as condições para os demais transportes, e fornecer alguns recursos energéticos, proporcionar lazer, contribuir para o controle climático, captar carbono ou promover a biodiversidade, esse setor cresceu tanto que é essencial para o funcionamento da economia moderna.

Como citado anteriormente, os autores Andrade e Biazon (2021) enfatizam a relevância do modal marítimo relacionado às cargas do comércio internacional, seja caráter costeiro, de cabotagem ou de longo curso. Por consequência, há centenas de embarcações na frota que transportam uma variedade de cargas, desde carros a grãos. Com 54 mil unidades com capacidade média de 39 mil toneladas das mais variadas cargas, essa frota de maior porte viaja para portos em todos os continentes, principalmente nas Américas (CORREIA, 2021).

Entretanto, apesar das vantagens econômicas e logísticas, o transporte marítimo também é uma das principais fontes de impactos ambientais, sobretudo devido à poluição atmosférica e oceânica gerada pelas embarcações. Existem várias formas de causar poluição nas águas. Três das principais fontes de poluição são causadas pelo transporte marítimo, como o vazamento de combustíveis e cargas, o descarte de água de lastro e lavagem de tanques de navios e a poluição da atmosfera por gases e particulados.

A compreensão dos impactos nocivos causados pelo transporte marítimo é essencial para entender a urgência de se buscar alternativas mais sustentáveis. O transporte marítimo, apesar de sua importância inegável para o comércio global, contribui significativamente para a degradação ambiental, seja por meio da poluição do ar, dos oceanos ou da emissão de gases de efeito estufa. Esses impactos são exacerbados pela dependência dos combustíveis fósseis, pelo vazamento de substâncias perigosas e pelo descarte inadequado de resíduos.

O setor de transporte marítimo representa uma parcela significativa das emissões globais de CO₂. Segundo a Organização Marítima Internacional (IMO), a frota marítima global é responsável por cerca de 2-3% das emissões de dióxido de carbono mundialmente, valor equivalente ao emitido por países de grande extensão territorial e altos níveis de industrialização, como a Alemanha (IMO, 2020).



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

Essas emissões advêm principalmente do uso de combustíveis fósseis derivados do petróleo, os quais contêm altos níveis de enxofre e resultam em poluentes como Óxidos de Enxofre (SOx) e Óxidos de Nitrogênio (NOx), prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana (LONGARELA-ARES; CALVO-SILVOSA; PÉREZ-LÓPEZ, 2020).

Além disso, de acordo com um relatório recente da IMO, iniciativas regulatórias têm se mostrado eficazes em reduzir essas emissões. Em 2020, entrou em vigor a regra que estabelece o limite de 0,5% de teor de enxofre nos combustíveis marítimos, substituindo o limite anterior de 3,5%. Essa regulamentação é conhecida como IMO 2020 e espera-se que, com a adesão global, a redução na emissão de SOx chegue a até 77% em comparação aos níveis de 2012 (IMO, 2020). Esse dado ilustra a importância de regulamentações internacionais para o setor, refletindo o compromisso da IMO com a sustentabilidade.

Em consequência pela frota global composta por milhares de navios de grande porte, esses danos afetam não apenas a saúde dos ecossistemas marinhos, mas também as condições climáticas globais, evidenciando a necessidade de transformações imediatas e efetivas. Embora o transporte marítimo seja fundamental para o comércio mundial, ele também apresenta desafios ambientais consideráveis. Na seção seguinte, examinaremos a questão da sustentabilidade no transporte marítimo, abordando tanto seus impactos quanto as iniciativas que visam mitigar os danos ambientais.

3.3 Alternativas Sustentáveis para o Transporte Marítimo

Diante desse cenário, torna-se imperativo explorar soluções inovadoras e regulamentações que possam mitigar os efeitos adversos do transporte marítimo sobre o meio ambiente. Diversas abordagens têm sido discutidas, desde o desenvolvimento de tecnologias de propulsão mais limpas até o incentivo ao uso de combustíveis alternativos. Além disso, medidas internacionais e incentivos governamentais estão sendo implementados para garantir que essas inovações sejam economicamente viáveis e amplamente adotadas. A transição para um transporte marítimo mais sustentável não só ajudará a reduzir os impactos ambientais, mas também a garantir que o setor continue a desempenhar um papel crucial no comércio internacional de forma mais responsável e equilibrada.

Segundo Moreira (2014), os armadores, agentes de carga, portos e outras empresas do setor estão aumentando seus investimentos em tecnologia, automação e conectividade para atender à demanda internacional. A inserção de interfaces inteligentes são recursos que são amplamente utilizados para integrar e centralizar dados relacionados a operações portuárias. Essas soluções aumentam a eficiência, qualidade e segurança tanto nos terminais terrestres quanto nos navios em operação.

A Conferência das Nações Unidas do Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) afirma que existem cerca de 91.000 navios de todos os lugares do mundo, isso mostra como a navegação pode



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

prejudicar o meio ambiente. Até pouco tempo atrás, os armadores de navios que circulavam pelos mares, rios e lagos do mundo não mensuravam a capacidade do problema (DONATO, 2023).

Em continuidade, Donato (2023) registra vários órgãos e regulamentações internacionais como a MARPOL, que desde 15 de janeiro de 2015 determina que os navios que operavam no Mar Báltico, Mar do Norte, Costa Leste dos Estados Unidos e Canadá, Puerto Rico e Ilhas Virgens só poderão usar combustível com conteúdo máximo de 0,10% de enxofre, sendo assim diminuindo grande parte dos problemas relacionados ao combustível utilizado por 90% dos navios cargueiros. Desde 2020, o conteúdo máximo de enxofre permitido é de 3,5%, e deve cair para 0,5% a partir das ações implementadas.

A *Trident Alliance* também se destaca como uma iniciativa que visa fomentar a sustentabilidade marítima, trata-se de uma coalizão formada por diversas empresas marítimas, incluindo gigantes do setor como Maersk e Hapag-Lloyd. Esta iniciativa foi criada com o objetivo de promover o cumprimento das regulamentações de enxofre, especialmente em relação à norma MARPOL Anexo VI, que limita o teor de enxofre em combustíveis marítimos. A *Trident Alliance* busca garantir a transparência nas operações, fomentar a competitividade sustentável e assegurar que todas as empresas participantes atuem de acordo com as diretrizes estabelecidas, contribuindo assim para a redução das emissões de poluentes atmosféricos. A importância desta aliança reside na capacidade de mobilizar um número significativo de empresas em torno de práticas sustentáveis, demonstrando que a colaboração entre concorrentes pode levar a um setor mais responsável ambientalmente (TRIDENT ALLIANCE, 2021).

Seguindo a mesma lógica, vêm surgindo grandes iniciativas para transportes “verdes” de parte dos embarcadores. O BICEPS (*Boosting Initiatives for Collaborative Emission-reduction with the Power of Shippers*, “Impulsionador de Iniciativas para Redução Colaborativa de Emissões com o Poder dos Transportadores” em tradução livre) é uma fusão de cinco grandes armadores globais (AB Inbev, AzkoNobel, DSM, FrieslandCampina e Huntsman) com enfoque no incentivo aos armadores para adotarem práticas sustentáveis usando seu poder de compra de fretes. O grupo BICEPS pretende criar um índice para avaliar o desempenho dos navios, sendo que o método de avaliação consistirá em determinar o quanto de poluentes se soltam ao longo das viagens e avaliar suas estruturas como seus cascos e sistemas de segurança. O conjunto dessas iniciativas vai aos poucos se unindo, aumentando as ações para um futuro sustentável (ANDRADE; BIAZON, 2024).

Outra organização marítima internacional extremamente importante é a IMO (do inglês: *International Maritime Organization*, Organização Marítima Internacional), que integra a Organização das Nações Unidas (ONU). Este órgão estabelece convenções e regulamentações sobre a segurança e proteção do transporte marítimo e soluções para mitigar a poluição sobre o mar e a atmosfera ocasionada por navios cargueiros. A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL) e a Convenção Internacional para o Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios (BWMS) são duas das principais convenções da IMO relacionadas ao tema.

A BWMS é a convenção responsável por designar padrões para o tratamento e descarte adequados da água de lastro e outros derivados que os navios venham a utilizar para manter sua



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE ISSN 2763-8928

DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

estabilidade e condições de navegação seguras. O descarte indiscriminado ou o mau uso dessas condições causa problemas graves em todo ecossistema marinho, ameaçando em locais diferentes onde o lastro foi embarcado. A MARPOL, por sua vez, é a regulamentação responsável pela proteção do ambiente marinho contra a poluição causada pelas operações e pelos acidentes, que por sua vez acontecem muitas vezes no oceano o que inclui o descarte ou vazamento de óleo e combustíveis, lixo e esgoto, cargas nocivas e perigosas e as emissões de gases e particulados do combustível do navio (GOMES, 2018).

A IMO tem metas ambiciosas para reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) dos navios em 40% até 2030 em comparação com as emissões de 2008, onde faltava incentivos e tecnologia para a realização efetiva desses planos. Para 2050, a meta é reduzir as emissões em 70% para que a redução total chegue a 50% em comparação às emissões geradas ao longo dos tempos. Como resultado, uma variedade de medidas tem sido examinada. O Fórum Internacional de Transporte e a IMO por intermédio da MARPOL cita três soluções que podem ser tomadas para tornar a locomoção marítima mais sustentável, como: aumento da eficiência energética; otimização das operações; inserção de novos combustíveis.

A empresa de consultoria de engenharia, especialista nas áreas naval e *offshore*, Proper Marine (2024), apresenta ideias de energias alternativas como solar, eólica e de biomassa para promover sistemas de propulsão mais limpos. Por exemplo, painéis solares podem ser instalados nos navios, que capturam a energia solar como primeira eletricidade para o sistema. Do mesmo modo, turbinas eólicas aproveitam a energia do vento para propulsionar as embarcações. Assim como, propulsores principais, biogás e biocombustíveis estão sendo utilizados e fontes alternativas de energia. O desenvolvimento de navios totalmente elétricos é outra tendência, por enquanto considerada uma tecnologia emergente, um navio totalmente elétrico seria totalmente alimentado por baterias de alta capacidade ou por células de combustível que converteriam hidrogênio em eletricidade.

Ainda na mesma missão a Maersk, uma das maiores empresas de transporte marítimo do mundo, tem investido em projetos inovadores, como o desenvolvimento de navios movidos a hidrogênio e biocombustíveis. Esses navios estão em fase de testes e visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa em até 70% até o ano de 2050. Este projeto é um exemplo claro de como a indústria está se adaptando às exigências ambientais e à necessidade de inovação tecnológica. O compromisso da Maersk com a sustentabilidade é evidenciado não apenas pelos investimentos em novas tecnologias, mas também pelo desenvolvimento de uma estratégia abrangente que visa integrar práticas sustentáveis em todas as operações da empresa, contribuindo assim para um futuro mais verde no transporte marítimo (MAERSK, 2023).

Desta maneira, não haveria emissão de gases poluentes ou de outras partículas provenientes do combustível fóssil, o que reduziria significativamente os malefícios causados à atmosfera. Além das fontes de energias alternativas, a eficiência energética é também um conceito buscado no projeto de sustentabilidade naval. Como explicado anteriormente, aprimorar o projeto do casco, os sistemas de



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

população e o projeto do sistema de energia pode, por consequência, demonstrar redução no montante de combustível queimado e, portanto, nos poluentes atmosféricos expelidos (CAMPOS, 2013).

Outra opção promissora para reduzir as emissões de CO² nas viagens marítimas, segundo a revista Guia Marítimo (2023), é por biocombustíveis sustentáveis. Esses são produzidos a partir de insumos renováveis, como óleos vegetais e resíduos orgânicos, e podem substituir parcial ou totalmente os combustíveis fósseis usados em navios. Os biocombustíveis proporcionam a independência das alternativas mais poluentes, o que concomitantemente reduz as emissões totais de gases de efeito estufa.

Existem ainda estudos indicam que combustíveis alternativos, como o Gás Natural Liquefeito (GNL), podem reduzir substancialmente tanto as emissões quanto os custos operacionais no longo prazo. O GNL tem o potencial de diminuir as emissões de dióxido de carbono em até 25% e de óxidos de nitrogênio em cerca de 90% em comparação com o Óleo Combustível Pesado (HFO) tradicionalmente utilizado (PROPER MARINE, 2024). Ainda, estima-se que o custo operacional para navios movidos a GNL seja reduzido em cerca de 15% em relação aos combustíveis convencionais, embora exija um investimento inicial alto para adaptação de infraestrutura e embarcações (CENTRO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA, 2019).

Tais ações para promover a sustentabilidade marítima não seriam possíveis sem cooperação internacional, regulamentação, aparato financeiro e estímulo governamental. Governos de diversas nações promovem ativamente o uso de tecnologias limpas e estabelecem regulamentações mais rigorosas para a indústria marítima. Além disso, vários países oferecem incentivos financeiros para acelerar a transição rumo a uma frota mais sustentável, tornando essa mudança não apenas necessária, mas também economicamente atraente, visto que o investimento em tecnologias verdes pode garantir eficiência e competitividade a longo prazo.

Embora o desenvolvimento de equipamentos mais sustentáveis tenha gerado avanços, a infraestrutura de abastecimento ainda representa um grande desafio. Além disso, é crucial considerar a disponibilidade de tecnologias e a viabilidade financeira para que essas propostas possam ser implementadas em larga escala.

Em síntese, o transporte marítimo, embora fundamental para o comércio internacional, enfrenta desafios significativos no campo da sustentabilidade ambiental. Soluções tecnológicas e regulamentações, como a adoção de combustíveis alternativos e o desenvolvimento de navios ecologicamente sustentáveis, são vitais para mitigar esses impactos e garantir um futuro em que o progresso econômico esteja alinhado com a preservação ambiental.

Dado o papel central do transporte marítimo e as preocupações ambientais associadas, surgem questões importantes sobre o futuro desse setor. Na conclusão, vamos explorar os principais desafios que ele enfrenta e as perspectivas de inovação e regulação para tornar esse modal mais eficiente e sustentável.

4 CONSIDERAÇÕES



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

Diante dos fatos apresentados, é evidente que o transporte marítimo desempenha um papel crucial no comércio mundial, sendo um dos principais modais para as movimentações internacionais e gerando benefícios significativos para as nações. No entanto, é imprescindível reconhecer os impactos ambientais adversos associados a essa atividade, que incluem o vazamento de combustíveis e cargas, o descarte inadequado de água de lastro e a poluição atmosférica resultante da emissão de gases e particulados.

Neste contexto, iniciativas como as propostas pelo Fórum Internacional de Transporte e pela Organização Marítima Internacional, através da Convenção Marpol, emergem como fundamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável. As soluções sugeridas, que incluem o aumento da eficiência energética, a otimização das operações e a introdução de combustíveis alternativos, oferecem um caminho viável para mitigar os danos ao meio ambiente.

Para a implementação bem-sucedida dessas medidas, é crucial a cooperação internacional, juntamente com a criação de regulamentações eficazes e incentivos financeiros. Nesse sentido, recomenda-se que os governos promovam incentivos financeiros que estimulem a adoção de combustíveis limpos e tecnologias de eficiência energética. Isso pode incluir subsídios para pesquisa e desenvolvimento, isenções fiscais para empresas que investem em soluções sustentáveis e financiamento acessível para a modernização da frota.

Ademais, o fortalecimento de parcerias entre governos e empresas é essencial para melhorar a infraestrutura necessária à implementação das inovações, como a construção e adaptação de portos para o uso de gás natural liquefeito ou biocombustíveis. Essas parcerias podem acelerar a construção de instalações adequadas, garantindo que a infraestrutura suporte a transição para práticas mais sustentáveis.

Por fim, é imperativo investir em programas de treinamento para operadores e profissionais, capacitando-os a utilizar novas tecnologias de forma eficaz. A capacitação desses profissionais garantirá que a indústria marítima maximize os benefícios das inovações e minimize os riscos associados à transição, através da criação de cursos especializados e workshops.

A transição para um transporte marítimo sustentável não é apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade econômica. A regulamentação rigorosa e o incentivo à inovação sustentável podem tornar esse setor um modelo de desenvolvimento verde. Com o compromisso e o apoio internacional, o setor marítimo tem potencial para se tornar um dos mais eficientes e sustentáveis do mundo, alinhando crescimento econômico com a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Relatório sobre parcerias público-privadas na infraestrutura marítima. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/ppps-infraestrutura-maritima>. Acesso em: 31 out. 2024.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

ANDRADE, Bernardo; BIAZON, Tássia. O transporte marítimo e o uso sustentável do oceano. **Jornal da USP**, 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/o-transporte-maritimo-e-o-uso-sustentavel-do-oceano/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

CAMPOS, Ingrid Zanella Andrade. A identificação do direito ambiental marítimo. **FIDES: Revista de Filosofia do Direito, do Estado e da Sociedade**, v. 4, n. 2, p. 60-69, 2013.

CENTRO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA. Qual o combustível usado por navios?. 2019. Disponível em: <https://cbie.com.br/artigos/qual-o-combustivel-usado-por-navios>. Acesso em: 19 mai. 2024.

CORREIA, Simão Pedro Rodrigues. Dinâmicas de inovação e sustentabilidade no setor do transporte marítimo. 2021. 101 f. Tese (Governança e Sustentabilidade do Mar) - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal, 2021.

DA VEIGA, Cristiano Henrique Antonelli; *et al.* Atividade didática em comercio exterior: uma abordagem entre custo e sustentabilidade. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 179-207, 2015.

DIRETORIA-GERAL DE POLÍTICA DO MAR. Relatório sobre Políticas de Incentivo para Sustentabilidade no Setor Marítimo. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/relatorios/sustentabilidade>. Acesso em: 31 out. 2024.

DONATO, Roberta Mourão. A mediação marítima como forma de implementar uma maior sustentabilidade e proteção aos direitos humanos. In: **Congresso Internacional de Direitos Humanos de Coimbra**. Coimbra, 2023.

MARTINS, Marcelo de Jesus Sousa; REGO, Thiago Lima; CARVALHO, João Conrado de Amorim. Comércio exterior, incentivos fiscais e desenvolvimento sustentável. **Revista do CEDS**, v. 3, n. 12, p. 1-23, 2023.

GOMES, Magno Federici; Ferreira, Leandro José. Políticas públicas e os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Revista Direito e Desenvolvimento**, v. 09, n. 02, p. 155-178, 2018.

GUIA MARÍTIMO. O desafio da sustentabilidade no transporte marítimo e as tendências na digitalização. 2022. Disponível em: <https://www.guiamaritimo.com.br/especiais/sustentabilidade/o-desafio-da-sustentabilidade-no-transporte-maritimo-e-as-tendencias-na-digitalizacao#:~:text=Dentre%20as%20iniciativas%20em%20desenvolvimento%20est%C3%A3o%20a%20moderniza%C3%A7%C3%A3o,e%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20combust%C3%ADveis%20alternativos%20menos%20poluentes>. Acesso em: 04 de mai. 2024.

IMO. Fourth IMO GHG Study 2020. International Maritime Organization, 2020. Disponível em: https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/07/Fourth-IMO-GHG-Study-2020-Full-report-and-annexes_compressed.pdf. Acesso em: 31 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA MARÍTIMA. Programa de Capacitação para Profissionais do Setor Marítimo. 2024. Disponível em: <https://www.inpm.gov.br/capacitacao>. Acesso em: 31 out. 2024.

LONGARELA-ARES, Ángeles; CALVO-SILVOSA, Anxo; PÉREZ-LÓPEZ, José-Benito. The influence of economic barriers and drivers on energy efficiency investments in maritime shipping, from the perspective of the principal-agent problem. **Sustainability**, v. 12, n. 19, p. 1-42, 2020.

MAERSK. Maersk Launches First Green Ship Design. 2023. Disponível em: <https://www.maersk.com/news/articles/2023/launching-first-green-ship-design>. Acesso em: 31 out. 2024.



REVISTA CIENTÍFICA ACERTTE
ISSN 2763-8928

**DESAFIOS E INOVAÇÕES NO TRANSPORTE MARÍTIMO:
A INTERSEÇÃO ENTRE ECONOMIA GLOBAL E PROTEÇÃO AMBIENTAL**
Julia Do Rosário Braguim Neves, Lais Santos Da Silva, Matheus Mosias Costa Dos Reis, Margibel Adriana de Oliveira

MOREIRA, Paulo Pires. Sustentabilidade Social e Ambiental da Indústria Marítima. 2014. 32 f. Tese (Sustentabilidade Social e Desenvolvimento) – Universidade Aberta, Portugal, 2014.

PGL. Conheça os principais tipos de transporte por navios. 2024. Disponível em: <https://pglbr.com.br/conheca-os-principais-tipos-de-transporte-por-navios/#>. Acesso em: 02 mai. 2024.

PROPER MARINE. O Futuro das embarcações sustentáveis no transporte marítimo. 2024. Disponível em: <https://www.propermarine.com/o-futuro-das-embarcacoes-sustentaveis-no-transporte-maritimo/>. Acesso em: 04 mai. 2024.

REGO, Thiago Lima; MARTINS, Marcelo de Jesus Sousa; CARVALHO, João Conrado de Amorim. Comércio exterior, incentivos fiscais e desenvolvimento sustentável. **Revista do CEDS**, v. 3, n. 12, p. 1-23, 2023.

RIBEIRO, Felicia; FERNANDES, Gabriel. O transporte marítimo no comércio exterior brasileiro. 2017. Disponível em: <https://ericolinsleite.blogspot.com/2018/02/o-transporte-maritimo-no-comercio.html>. Acesso em: 02 mai. 2024.

ROCHA. Transporte marítimo: as 5 maiores vantagens de escolher este modal. 2021. Disponível em: <https://www.rochalog.com.br/vantagens-transporte-maritimo/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

TESSARO, Everton André. O desenvolvimento da containerização e seus efeitos no comércio internacional. 2008. 96 f. Monografia (Estágio Supervisionado) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2008.

WAKAMATSU, C. Análise dos fatores que influenciam o frete no transporte marítimo de petroleiros no mercado Spot. 2007. 118f. Dissertação (Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.