

DESCARBONIZAÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO E DIREITO DO MAR: A REGULAÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS MARÍTIMOS PELA ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL

**DECARBONIZATION OF MARITIME TRANSPORT AND THE LAW OF THE
SEA: THE REGULATION OF MARINE FUELS BY THE INTERNATIONAL
MARITIME ORGANIZATION**

Ciências Sociais Aplicadas • 07/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788584657](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788584657)

Jeancezar Ditzz de Souza Ribeiro¹

RESUMO

A descarbonização do transporte marítimo vem ampliando o alcance da regulação internacional da navegação ao incorporar, além da eficiência energética dos navios, a intensidade de emissões associada aos combustíveis marítimos e ao seu ciclo de vida. O artigo analisa essa transformação no âmbito do Direito do Mar e da atuação regulatória da Organização Marítima Internacional (IMO), considerando também seus efeitos distributivos e suas repercussões para o Brasil. Adota-se abordagem qualitativa, mediante pesquisa bibliográfica e análise normativa da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), da MARPOL e dos principais instrumentos desenvolvidos pela IMO. Os resultados demonstram que a progressiva incorporação do ciclo de vida dos combustíveis amplia a capacidade da regulação internacional de responder aos objetivos climáticos, mas também aumenta sua complexidade e produz novas exigências relacionadas à tecnologia, infraestrutura, certificação e cadeias produtivas. Conclui-se que os custos e as oportunidades dessa transição tendem a se distribuir de maneira desigual entre os Estados e que o Brasil, diante das capacidades desenvolvidas no campo dos biocombustíveis, encontra-se em posição relevante nesse processo, embora sua inserção dependa da articulação entre política energética, infraestrutura e padrões internacionais aplicáveis aos combustíveis marítimos.

Palavras-chave: Direito do Mar; descarbonização; transporte marítimo; combustíveis marítimos; Organização Marítima Internacional.

ABSTRACT

The decarbonization of maritime transport is expanding the scope of international shipping regulation by incorporating, in addition to ship energy efficiency, the emissions intensity associated with

marine fuels and their life cycle. This article examines this transformation within the framework of the Law of the Sea and the regulatory activities of the International Maritime Organization (IMO), also considering its distributive effects and implications for Brazil. It adopts a qualitative approach based on bibliographical research and legal analysis of the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), MARPOL, and the main instruments developed by the IMO. The results demonstrate that the progressive incorporation of fuel life-cycle assessment strengthens the capacity of international regulation to respond to climate objectives, while also increasing regulatory complexity and creating new requirements related to technology, infrastructure, certification, and supply chains. The article concludes that the costs and opportunities arising from this transition are likely to be unevenly distributed among States and that Brazil, given its established capabilities in biofuels, occupies a relevant position in this process, although its effective participation will depend on the articulation of energy policy, infrastructure, and international standards applicable to marine fuels.

Keywords: Law of the Sea; decarbonization; maritime transport; marine fuels; International Maritime Organization.

1. INTRODUÇÃO

A transição energética alcança o transporte marítimo de maneira particularmente complexa. A redução das emissões provenientes da navegação não depende apenas de embarcações mais eficientes ou da substituição dos combustíveis fósseis por novas fontes de energia, mas envolve a transformação de uma atividade essencialmente internacional, estruturada sobre cadeias de transporte, abastecimento e infraestrutura distribuídas por

diferentes Estados. A descarbonização da navegação revela, nesse sentido, uma dimensão da transição energética em que inovação tecnológica e proteção ambiental estão necessariamente acompanhadas por questões jurídicas relacionadas à coordenação internacional e à capacidade de adaptação dos diferentes atores envolvidos. O desafio climático não consiste, portanto, apenas em tornar os navios menos emissores, mas em criar condições para que uma atividade indispensável à circulação internacional de mercadorias possa reduzir progressivamente sua dependência de fontes intensivas em carbono (IMO, 2020; IMO, 2023).

Essa transformação coloca o Direito do Mar diante de desafios que não se limitam à existência de normas especificamente concebidas para a descarbonização. A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) estabeleceu uma estrutura abrangente para a utilização dos espaços marítimos e para a proteção e preservação do meio marinho (Tanaka, 2019; Churchill; Lowe; Sander, 2022). No campo da navegação, suas disposições articulam-se com a atuação normativa especializada da Organização Marítima Internacional (IMO), especialmente por meio da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL) (IMO, 1973/1978). A crescente incorporação das mudanças climáticas à regulação da navegação pode ser compreendida, nesse sentido, como parte de um processo de densificação normativa do Direito do Mar, pelo qual normas de caráter geral ou principiológico adquirem maior conteúdo material e operacional diante de novas demandas da realidade internacional (Menezes, 2015). No caso da descarbonização, esse processo manifesta-se na elaboração de padrões progressivamente mais específicos, capazes de alcançar não apenas o desempenho dos navios, mas também as condições energéticas que sustentam sua operação.

A Estratégia adotada pela IMO em 2023 representa uma etapa importante desse processo ao ampliar a ambição internacional de redução das emissões provenientes da navegação e conferir crescente relevância aos combustíveis marítimos. Essa evolução não se limita, contudo, à substituição dos combustíveis fósseis por novas fontes de energia. A incorporação da avaliação do ciclo de vida amplia o próprio alcance da regulação, na medida em que as emissões passam a ser consideradas não apenas durante a utilização do combustível a bordo, mas também em sua produção e fornecimento (IMO, 2023; IMO, 2024). Busca-se, dessa forma, avaliar de maneira mais abrangente a contribuição dos diferentes combustíveis para a descarbonização e evitar que a redução das emissões durante a navegação resulte apenas na transferência de impactos para outras etapas da cadeia energética.

Esse avanço regulatório, embora necessário ao enfrentamento das mudanças climáticas, produz novas questões jurídicas. À medida que a regulação passa a alcançar etapas anteriores à utilização do combustível pelo navio, sua implementação depende de cadeias produtivas, infraestrutura, tecnologias e mecanismos de controle que ultrapassam a operação imediata das embarcações. A maior abrangência ambiental é acompanhada, portanto, por maior complexidade regulatória. Além disso, as condições necessárias à transição não se encontram igualmente distribuídas entre os Estados, que apresentam diferentes capacidades econômicas, tecnológicas e de infraestrutura. A descarbonização do transporte marítimo coloca, assim, não apenas um problema de efetividade ambiental, mas também uma questão relacionada à distribuição dos custos e das oportunidades decorrentes da transformação energética do setor.

Diante desse cenário, o problema de pesquisa consiste em determinar em que medida a regulação internacional desenvolvida pela IMO oferece respostas adequadas aos desafios relacionados à descarbonização dos combustíveis marítimos, considerando tanto sua contribuição para a redução das emissões quanto as novas complexidades regulatórias e os efeitos distributivos decorrentes desse processo. Parte-se da hipótese de que a descarbonização da navegação vem promovendo uma transformação qualitativa da regulação internacional: ao avançar de uma abordagem predominantemente centrada no desempenho energético e nas emissões operacionais dos navios para uma perspectiva que alcança também os combustíveis e seu ciclo de vida, a regulação amplia sua capacidade de responder aos objetivos climáticos, mas simultaneamente produz novas exigências de implementação e adaptação, cujos custos e oportunidades tendem a se distribuir de maneira desigual entre os Estados.

O objetivo geral do artigo consiste em analisar a evolução da regulação internacional dos combustíveis marítimos pela IMO no contexto da descarbonização do transporte marítimo. Especificamente, pretende-se examinar a inserção dessa transformação no Direito do Mar; analisar a evolução da atuação regulatória da IMO e a incorporação da perspectiva do ciclo de vida dos combustíveis; identificar os principais desafios jurídicos decorrentes desse processo; e examinar suas repercussões para o Brasil, considerando as capacidades nacionais no campo dos biocombustíveis e os desafios regulatórios e de infraestrutura relacionados à transição energética marítima.

A pesquisa adota abordagem qualitativa, mediante pesquisa bibliográfica e análise normativa. São utilizadas como principais

referências a CNUDM, a MARPOL, a Estratégia da IMO de 2023 para a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes dos navios e as resoluções e diretrizes adotadas pelo Comitê de Proteção do Meio Marinho (MEPC), além da literatura especializada e de instrumentos normativos brasileiros relacionados ao objeto da pesquisa. O artigo encontra-se dividido em quatro partes, além desta introdução e das considerações finais. Inicialmente, examina-se a descarbonização do transporte marítimo no contexto da transição energética e do Direito do Mar. Em seguida, analisa-se a evolução da atuação regulatória da IMO. A terceira parte concentra-se nos combustíveis marítimos e na perspectiva do ciclo de vida, enquanto a última examina as repercussões e os desafios desse processo para o Brasil.

2. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E DESCARBONIZAÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO

A descarbonização do transporte marítimo integra uma transformação mais ampla das atividades desenvolvidas no oceano diante das exigências internacionais de enfrentamento das mudanças climáticas (IMO, 2023). Sua compreensão jurídica exige considerar tanto as particularidades da navegação internacional quanto sua inserção na estrutura do Direito do Mar e da proteção do meio marinho. A presente seção estabelece esses fundamentos, necessários para compreender a evolução posterior da atuação regulatória da IMO e os desafios relacionados aos combustíveis marítimos.

2.1. A Dimensão Marítima da Transição Energética

A transição energética possui uma dimensão marítima cada vez mais evidente. O oceano participa desse processo como espaço de produção de energia, instalação de infraestruturas e circulação internacional de mercadorias. Ao lado da expansão das energias renováveis *offshore*, a redução das emissões provenientes da navegação vem impulsionando mudanças nos combustíveis, nas tecnologias empregadas pelos navios e na infraestrutura necessária ao transporte marítimo (IMO, 2023). A transição energética no oceano não se reduz, portanto, à substituição de uma fonte de energia por outra, mas repercute sobre a organização e a regulação das próprias atividades marítimas.

Essas transformações apresentam particular interesse para o Direito do Mar porque envolvem atividades desenvolvidas em espaços submetidos a diferentes competências estatais e frequentemente ultrapassam as fronteiras nacionais. A CNUDM fornece a estrutura jurídica fundamental para a utilização dos espaços marítimos e para a definição dos direitos e obrigações dos Estados (Tanaka, 2019; Churchill; Lowe; Sander, 2022). A generalidade de parte de suas disposições permite, contudo, sua articulação com instrumentos mais específicos e com respostas normativas desenvolvidas posteriormente diante de novas transformações tecnológicas e ambientais. Essa característica adquire especial importância diante das mudanças climáticas, que vêm exigindo respostas progressivamente mais específicas no campo da navegação.

A descarbonização do transporte marítimo evidencia também que a existência de objetivos internacionais comuns não elimina as diferenças entre os Estados quanto às condições necessárias para alcançá-los. A disponibilidade de novas tecnologias, combustíveis, infraestrutura e recursos para adaptação é desigual, enquanto os

efeitos econômicos das medidas de redução das emissões podem ser particularmente relevantes para países mais dependentes do transporte marítimo. Estudos recentes têm chamado atenção, nesse sentido, para os impactos socioeconômicos da descarbonização sobre economias em desenvolvimento e, especialmente, sobre os pequenos Estados insulares, reforçando a necessidade de considerar a dimensão distributiva da transição (Singh; Ballini, 2025). A descarbonização apresenta, assim, uma dupla exigência: demanda coordenação internacional para uma atividade de alcance global, mas deve considerar que as capacidades de adaptação e os efeitos da transição não se distribuem uniformemente entre os Estados.

2.2. O Transporte Marítimo Internacional e as Emissões de Gases de Efeito Estufa

A importância crescente do transporte marítimo na agenda climática internacional está diretamente relacionada às emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor. O Quarto Estudo da IMO sobre Gases de Efeito Estufa, publicado em 2020, registrou o aumento dessas emissões entre 2012 e 2018 e apontou a necessidade de ampliar os esforços para sua redução (IMO, 2020). A transição envolve, contudo, desafios que ultrapassam a operação dos próprios navios. A substituição progressiva dos combustíveis fósseis depende da disponibilidade de novas fontes de energia e de condições adequadas para sua produção, distribuição e abastecimento, além da adaptação da infraestrutura necessária à sua utilização (IMO, 2023). A descarbonização amplia, assim, o alcance do problema regulatório: à medida que deixa de considerar apenas as emissões produzidas durante a navegação, passa a envolver também etapas anteriores da cadeia energética e as diferentes condições existentes para sua transformação.

A Estratégia da IMO de 2023 elevou a ambição desse processo ao estabelecer objetivos progressivos de redução das emissões para 2030 e 2040 e a perspectiva de emissões líquidas nulas no transporte marítimo internacional por volta de 2050 (IMO, 2023)³. Ao lado da elevação das metas, observa-se uma ampliação do próprio alcance da regulação: eficiência energética e desempenho operacional permanecem relevantes, mas passam a integrar uma estratégia que também alcança os combustíveis utilizados pela navegação. A descarbonização deixa, assim, de estar concentrada no navio considerado isoladamente e passa a envolver, de forma crescente, a cadeia energética que sustenta sua operação.

2.3. A Proteção do Meio Marinho e a Articulação Entre CNUDM e IMO

A inserção da descarbonização do transporte marítimo no Direito do Mar encontra fundamento na estrutura de proteção ambiental estabelecida pela CNUDM. Sua Parte XII consagra a obrigação geral dos Estados de proteger e preservar o meio marinho e estabelece deveres relacionados à prevenção, redução e controle da poluição, inclusive aquela proveniente de embarcações. Esse conjunto de obrigações fornece uma base jurídica ampla para a consideração dos impactos ambientais associados à navegação, cuja concretização se articula com normas internacionais mais específicas desenvolvidas no âmbito da IMO (CNUDM, 1982).

Essa relação adquiriu especial relevância diante das mudanças climáticas. No Parecer Consultivo n.º 31, de 2024, o Tribunal Internacional do Direito do Mar concluiu que as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa constituem poluição do meio marinho na acepção da CNUDM, atraindo as obrigações

previstas na Parte XII⁴. Ao examinar o quadro normativo relacionado às mudanças climáticas, o Tribunal também destacou os instrumentos desenvolvidos no âmbito da IMO, incluindo as alterações ao Anexo VI da MARPOL destinadas à redução das emissões provenientes dos navios e a Estratégia da IMO de 2023 (ITLOS, 2024, §§ 78–80).

A articulação entre CNUDM e IMO revela, assim, que a resposta jurídica à descarbonização da navegação não se concentra em um único instrumento. As obrigações gerais de proteção do meio marinho estabelecidas pela Convenção são progressivamente concretizadas por padrões mais específicos aplicáveis ao transporte marítimo. A questão climática aprofunda esse movimento ao ampliar o objeto da regulação: ao lado do controle tradicional da poluição proveniente dos navios, ganham relevância sua eficiência energética, a intensidade de suas emissões e, mais recentemente, os combustíveis utilizados e sua cadeia energética. É nesse contexto que deve ser compreendida a construção da agenda regulatória da IMO examinada na seção seguinte.

3. A CONSTRUÇÃO DA REGULAÇÃO INTERNACIONAL DA DESCARBONIZAÇÃO MARÍTIMA

A incorporação das mudanças climáticas à regulação internacional da navegação ocorreu por meio do desenvolvimento progressivo dos instrumentos existentes e da ampliação da agenda regulatória da Organização Marítima Internacional. Esse processo insere-se em uma transformação mais ampla da governança marítima, na qual instituições, Estados e atores do setor são progressivamente confrontados com novas exigências relacionadas à descarbonização e à adaptação tecnológica (Stopford, 2022). A evolução regulatória

da IMO pode ser compreendida, nesse sentido, não apenas pela sucessão de medidas adotadas, mas pela transformação gradual dos objetivos que orientam sua atuação, com a crescente incorporação das mudanças climáticas à regulação ambiental da navegação.

3.1. A Organização Marítima Internacional e a Agenda Climática

A incorporação das mudanças climáticas à atuação da Organização Marítima Internacional ocorreu de forma progressiva, apoiando-se em instrumentos já existentes de prevenção da poluição proveniente dos navios. Nesse processo, o Anexo VI da MARPOL adquiriu particular importância ao servir de base para a introdução de medidas obrigatórias relacionadas à eficiência energética e, posteriormente, à intensidade de carbono da navegação. As primeiras medidas obrigatórias de eficiência energética foram adotadas em 2011 e, nos anos seguintes, passaram a integrar uma agenda regulatória mais ampla de redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes do transporte marítimo (IMO, 2021).

Essa evolução deve ser compreendida também como parte de uma transformação da própria governança marítima diante das mudanças climáticas. A descarbonização envolve não apenas a produção de novas regras internacionais, mas a adaptação de instituições, Estados e atores econômicos a mudanças tecnológicas e energéticas que alcançam diferentes dimensões do transporte marítimo (Stopford, 2022). Nesse contexto, a atuação da IMO deixa de estar concentrada apenas em medidas específicas de eficiência ou controle da poluição e passa progressivamente a incorporar objetivos climáticos de longo prazo.

Um marco importante dessa trajetória foi a adoção, em 2018, da Estratégia Inicial da IMO para a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes dos navios, por meio da Resolução MEPC.304(72). Pela primeira vez, a Organização estabeleceu uma estratégia abrangente para a redução das emissões do transporte marítimo internacional, articulando objetivos de curto, médio e longo prazo e reconhecendo a importância da inovação tecnológica e da introdução de combustíveis e fontes de energia de baixo ou nenhum carbono. A Estratégia Inicial já previa, ainda, que os impactos das medidas sobre os Estados deveriam ser avaliados e considerados em sua elaboração e implementação (IMO, 2018).

A revisão desse instrumento resultou na Estratégia da IMO de 2023, que substituiu a Estratégia Inicial e ampliou o nível de ambição da política climática para a navegação internacional (IMO, 2023). Essa evolução não representa apenas uma sucessão de metas mais exigentes. Ela evidencia a ampliação do próprio alcance da regulação, que passa a articular eficiência energética, redução das emissões, transformação tecnológica e mudanças nos combustíveis utilizados pelo setor. A agenda climática deixa, assim, de ser formada por medidas relativamente isoladas e passa a orientar uma transformação mais abrangente do transporte marítimo.

A construção de padrões internacionais comuns responde à natureza transnacional da navegação, mas não elimina as diferenças existentes entre os Estados quanto às condições de implementação da transição. Essa tensão já estava presente na Estratégia de 2018 e permanece expressamente considerada na Estratégia de 2023, que contempla a avaliação dos impactos das medidas sobre os Estados e identifica a capacitação, a cooperação técnica e a pesquisa e desenvolvimento entre os instrumentos de apoio à implementação

(IMO, 2018; IMO, 2023). A progressiva ampliação da ambição climática da IMO traz, portanto, para o centro da regulação não apenas a questão de sua efetividade ambiental, mas também as condições diferenciadas em que os Estados participarão da transição. Essa tensão torna-se mais evidente quando se examinam os objetivos estabelecidos pela Estratégia de 2023.

3.2. A Estratégia da IMO de 2023 para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa dos Navios

Adotada pelo Comitê de Proteção do Meio Marinho por meio da Resolução MEPC.377(80), a Estratégia da IMO de 2023 ampliou o nível de ambição da política climática aplicada à navegação internacional. O documento estabelece a perspectiva de alcançar emissões líquidas nulas de gases de efeito estufa por volta de 2050 e fixa pontos de controle indicativos para 2030 e 2040. Em relação aos níveis de 2008, prevê-se redução das emissões anuais totais do transporte marítimo internacional de pelo menos 20%, buscando-se alcançar 30%, até 2030, e de pelo menos 70%, buscando-se 80%, até 2040 (IMO, 2023, § 3).

A relevância da Estratégia ultrapassa, contudo, a elevação das metas quantitativas. O documento relaciona expressamente sua realização à inovação tecnológica e à introdução e disponibilidade global de tecnologias, combustíveis e fontes de energia com emissões nulas ou próximas de zero. Mais significativamente, determina que os níveis de ambição considerem as emissões associadas ao ciclo de vida dos combustíveis marítimos, com o objetivo de reduzir emissões no conjunto do sistema energético da navegação e evitar seu simples deslocamento para outros setores (IMO, 2023, §§ 3.1–3.2). A descarbonização passa, dessa forma, a alcançar não apenas o

desempenho ambiental dos navios, mas também a energia que sustenta sua operação.

Essa ampliação torna a regulação ambientalmente mais abrangente, mas também mais complexa. Quando as emissões são consideradas para além de sua produção a bordo, a efetividade das medidas passa a depender de transformações que alcançam a produção e a disponibilidade dos combustíveis e das tecnologias necessárias à transição. A própria Estratégia reconhece essa dimensão ao determinar que as medidas adotadas considerem seus impactos sobre os Estados e ao afirmar o objetivo de promover uma transição justa e equitativa (IMO, 2023, §§ 1–3).

A questão distributiva não é, portanto, exterior à política climática da IMO. Padrões globais aplicam-se a Estados que dispõem de capacidades econômicas, tecnológicas e de infraestrutura distintas, ao mesmo tempo em que apresentam graus diferentes de dependência do transporte marítimo. Estudos recentes sobre os efeitos das medidas de descarbonização têm destacado justamente os impactos diferenciados que a transição pode produzir, particularmente sobre pequenos Estados insulares em desenvolvimento (Singh; Ballini, 2025). O avanço da ambição climática coloca, assim, duas exigências que precisam ser consideradas conjuntamente: aumentar a efetividade ambiental da regulação e evitar que as condições desiguais de participação na transição comprometam sua implementação e aprofundem assimetrias já existentes.

3.3. Eficiência Energética e Intensidade de Carbono: EEXI, CII e SEEMP

Antes que os combustíveis marítimos adquirissem maior centralidade na estratégia de longo prazo, a IMO desenvolveu medidas destinadas à redução das emissões por meio da eficiência energética e do desempenho operacional dos navios. Em 2021, foram adotadas alterações ao Anexo VI da MARPOL que estabeleceram novos requisitos técnicos e operacionais obrigatórios. As alterações entraram em vigor em novembro de 2022, com aplicação dos requisitos relativos ao Índice de Eficiência Energética para Navios Existentes (EEXI) e ao Indicador de Intensidade de Carbono (CII) a partir de 2023 (IMO, 2021).

Sem aprofundar seus aspectos técnicos, esses instrumentos cumprem funções distintas e complementares. O EEXI estabelece requisitos de eficiência energética aplicáveis aos navios existentes, enquanto o CII permite avaliar anualmente sua intensidade operacional de carbono. O Plano de Gestão da Eficiência Energética do Navio (SEEMP), por sua vez, incorpora essas exigências ao planejamento da eficiência energética e, nos casos previstos, às medidas necessárias à melhoria do desempenho. O modelo combina, assim, requisitos técnicos, acompanhamento periódico e gestão operacional (IMO, 2021; IMO, 2022).

Para a análise desenvolvida neste artigo, a relevância desses instrumentos está principalmente no estágio da evolução regulatória que representam. EEXI e CII traduzem objetivos gerais de redução das emissões em parâmetros aplicáveis à operação concreta das embarcações. Ao mesmo tempo, a própria evolução posterior da agenda da IMO demonstra que ganhos de eficiência não esgotam o problema da descarbonização: a Estratégia de 2023 reconhece como indispensáveis a introdução e a disponibilidade de

tecnologias, combustíveis e fontes de energia com emissões nulas ou próximas de zero (IMO, 2023, § 3.1).

Há, portanto, mais continuidade do que substituição entre essas etapas regulatórias. A eficiência energética permanece componente fundamental da política climática da navegação, mas passa a integrar uma abordagem mais abrangente, na qual também importa a intensidade de gases de efeito estufa associada aos combustíveis e ao seu ciclo de vida. A própria IMO relaciona expressamente o cumprimento das metas de 2030 e 2050 à utilização crescente de novas fontes de energia e combustíveis e estima papel relevante para combustíveis de baixo ou nenhum carbono na redução futura das emissões do setor. O desenvolvimento recente da regulação amplia, assim, o foco do desempenho do navio para a cadeia energética que torna possível sua operação, questão examinada na seção seguinte.

4. COMBUSTÍVEIS MARÍTIMOS E OS NOVOS DESAFIOS REGULATÓRIOS

A transformação dos combustíveis utilizados pela navegação ocupa posição central na estratégia de descarbonização do transporte marítimo. Embora as medidas de eficiência energética e operacional contribuam para a redução das emissões, o alcance dos objetivos climáticos de longo prazo depende também da progressiva utilização de combustíveis e fontes de energia com menor intensidade de gases de efeito estufa (IMO, 2023; Silva; Magalhães, 2022). Essa transformação amplia progressivamente o próprio objeto da regulação, uma vez que a consideração das emissões ao longo do ciclo de vida dos combustíveis faz com que a descarbonização da navegação deixe de estar concentrada apenas em sua utilização a

bordo e passe a alcançar também as etapas de produção e fornecimento de energia (IMO, 2023; IMO, 2024).

4.1. A Substituição dos Combustíveis Fósseis e as Novas Alternativas Energéticas para a Navegação

A literatura científica recente não identifica uma única alternativa energética capaz de responder, de maneira uniforme, às necessidades de descarbonização do transporte marítimo. A comparação entre diferentes combustíveis envolve simultaneamente desempenho ambiental, custos, maturidade tecnológica e condições de utilização. Estudo publicado em 2026 na *Energy Conversion and Management*, por exemplo, conclui que nenhuma das alternativas analisadas apresenta desempenho dominante em todos esses critérios, apontando para uma transição marcada pela coexistência de diferentes soluções energéticas (Dolatabadi; Ishaq; Crawford, 2026).

Entre as alternativas consideradas encontram-se biocombustíveis, metanol, amônia e hidrogênio, além da eletrificação em segmentos nos quais suas características operacionais permitem sua utilização (IEA, 2025). A adequação dessas alternativas depende também das condições de produção, dos custos e das características das embarcações, das rotas e da infraestrutura disponível. Pesquisa recente publicada na *Nature Energy* confirma essa diversidade ao demonstrar que diferentes políticas climáticas e condições do sistema energético podem conduzir a escolhas distintas de combustíveis e tecnologias para a navegação (Kanchiralla *et al.*, 2026).

Essa diversidade possui consequências regulatórias importantes. Se os combustíveis apresentam vantagens e limitações distintas conforme sua origem e forma de produção, a descarbonização não pode ser orientada exclusivamente pelas emissões produzidas durante sua utilização a bordo. A escolha regulatória passa a exigir critérios capazes de considerar as emissões associadas à cadeia energética de maneira mais abrangente, o que explica a crescente importância atribuída pela IMO à avaliação do ciclo de vida dos combustíveis marítimos (IMO, 2024).

A crescente incorporação dessas alternativas evidencia também a aproximação entre Direito do Mar e Direito da Energia. Ao examinar as atividades petrolíferas *offshore*, Marilda Rosado Ribeiro (2018) já situava as transformações tecnológicas das atividades energéticas no mar em uma perspectiva de articulação entre o Direito Internacional, o Direito da Energia e a disciplina jurídica dos espaços marítimos. A transição para combustíveis de menor intensidade de carbono amplia essa interface, agora sob a influência crescente dos objetivos internacionais de descarbonização.

4.2. A Avaliação do Ciclo de Vida dos Combustíveis Marítimos

A avaliação do ciclo de vida procura responder justamente a essa dificuldade. As Diretrizes de 2024 da IMO sobre a intensidade de gases de efeito estufa no ciclo de vida dos combustíveis marítimos, adotadas pela Resolução MEPC.391(81), abrangem as emissões associadas à obtenção das matérias-primas, produção, conversão, transporte e distribuição do combustível, além de sua utilização a bordo (IMO, 2024).

As Diretrizes distinguem as emissões relacionadas à produção e ao fornecimento do combustível (*Well-to-Tank* – WtT) daquelas decorrentes de sua utilização pelo navio (*Tank-to-Wake* – TtW). A soma dessas etapas corresponde à perspectiva do ciclo completo (*Well-to-Wake* – WtW) (IMO, 2024). A importância jurídica dessa metodologia reside na ampliação do parâmetro utilizado para avaliar a contribuição climática dos combustíveis, que deixa de considerar apenas aquilo que é emitido pelo navio e passa a alcançar a cadeia energética que torna sua operação possível.

Essa mudança encontra respaldo particularmente relevante na literatura científica recente. Kanchiralla *et al.* demonstram que políticas concentradas apenas nas emissões produzidas durante a operação dos navios podem deslocar impactos climáticos para a produção dos combustíveis, enquanto a perspectiva do ciclo de vida permite avaliar de maneira mais adequada sua contribuição efetiva para a descarbonização. O estudo também adverte que determinadas alternativas capazes de reduzir emissões de gases de efeito estufa podem produzir outros impactos ambientais, relacionados, por exemplo, ao uso da terra e de recursos minerais (Kanchiralla et al., 2026).

A avaliação do ciclo de vida representa, assim, um avanço importante, mas também torna a regulação mais exigente. A própria Resolução MEPC.391(81) contempla informações sobre rotas de produção, fatores de emissão, sustentabilidade, verificação e certificação dos combustíveis (IMO, 2024). Quanto mais abrangente se torna a avaliação ambiental, maior é a necessidade de produzir e verificar informações sobre cadeias energéticas que podem atravessar diferentes Estados. A ampliação da capacidade

regulatória vem acompanhada, portanto, por novas exigências de implementação.

4.3. O IMO Net-Zero Framework: Ambição Climática, Viabilidade Econômica e Justiça da Transição

O desenvolvimento mais recente dessa trajetória encontra-se no *IMO Net-Zero Framework*, concebido para combinar um padrão global relacionado à intensidade de gases de efeito estufa dos combustíveis marítimos com um mecanismo econômico associado às emissões. A proposta procura, dessa forma, articular objetivos ambientais e instrumentos econômicos destinados a estimular a progressiva utilização de fontes de energia de menor intensidade de carbono no transporte marítimo internacional (IMO, 2025)⁵.

Ao incorporar a perspectiva do ciclo de vida dos combustíveis, o *Framework* aprofunda a transformação regulatória examinada nas seções anteriores. A descarbonização deixa de depender apenas da eficiência dos navios e passa a alcançar mais diretamente as escolhas energéticas do setor e as condições econômicas que as orientam. A literatura científica recente indica, contudo, que os resultados dessa política dependerão da interação entre desenho regulatório, disponibilidade de energia e custos das diferentes alternativas. Kanchiralla *et al.* (2026) demonstram que as medidas propostas podem favorecer combustíveis de menor intensidade de carbono, mas também indicam que o alcance das metas de emissões líquidas nulas poderá exigir níveis mais elevados de ambição regulatória.

A ampliação da ambição climática também torna mais evidente a dimensão distributiva da transição. A adoção de padrões globais

incide sobre Estados que apresentam capacidades tecnológicas, infraestrutura e disponibilidade energética distintas, de modo que os custos e as oportunidades decorrentes da transformação dos combustíveis marítimos não tendem a ser distribuídos uniformemente. A efetividade ambiental das medidas deve ser considerada, portanto, em conjunto com as diferentes condições de participação dos Estados na transição. Essa questão assume especial relevância para o Brasil, cujo potencial de produção de combustíveis de menor intensidade de carbono convive com desafios relacionados à infraestrutura, à regulação e à inserção nas novas cadeias energéticas marítimas.

5. O BRASIL DIANTE DA DESCARBONIZAÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO

A transformação dos combustíveis marítimos abre um espaço particularmente relevante para o Brasil no processo de descarbonização da navegação. Como demonstrado na seção anterior, a transição não aponta para uma solução energética única, mas para a coexistência de alternativas cuja viabilidade depende das condições de produção, da infraestrutura disponível e dos critérios internacionais de sustentabilidade. Nesse cenário, a experiência consolidada na produção de biocombustíveis, a capacidade tecnológica desenvolvida nesse setor e a participação expressiva de fontes renováveis na matriz energética colocam o Brasil em posição favorável para participar das novas cadeias energéticas associadas ao transporte marítimo (EPE, 2025).

Essa perspectiva permite compreender também a posição brasileira nas discussões da IMO. A defesa dos biocombustíveis encontra respaldo nas capacidades produtivas e tecnológicas desenvolvidas

pelo país nesse setor (Silva; Magalhães, 2022; EPE, 2025), ao mesmo tempo em que o Brasil tem chamado atenção para os impactos econômicos das medidas de descarbonização e para as diferentes condições enfrentadas pelos países em desenvolvimento (MARINHA DO BRASIL, 2024). O caso brasileiro evidencia, assim, uma dimensão importante da transição marítima: as assimetrias entre os Estados não se manifestam apenas na distribuição de seus custos, mas também nas possibilidades de aproveitar as oportunidades econômicas e estratégicas abertas pela descarbonização.

5.1. Biocombustíveis e Potencial Brasileiro na Transição Marítima

Os biocombustíveis constituem uma alternativa de particular interesse para o Brasil. A experiência nacional com etanol e biodiesel consolidou capacidades produtivas e tecnológicas que adquirem nova relevância diante da transformação dos combustíveis utilizados pela navegação. Essa projeção internacional não é inteiramente nova. Luizella Giardino Branco (2012), ao examinar os biocombustíveis sob a perspectiva da governança global e do comércio internacional, já destacava sua importância estratégica para a inserção energética brasileira. Mais de uma década depois, a expansão dos combustíveis renováveis no transporte e sua crescente utilização na navegação confirmam a atualidade dessa dimensão, em um cenário no qual o Brasil permanece entre os mercados relevantes para o desenvolvimento dos biocombustíveis (IEA, 2025).

A descarbonização marítima acrescenta, assim, uma nova dimensão a uma trajetória energética já consolidada no país. Essa aproximação entre a experiência energética brasileira e a navegação já encontra respaldo em estudos especificamente voltados ao setor marítimo. Silva e Magalhães (2022) identificam a capacidade nacional de

produção de biocombustíveis como uma vantagem relevante diante das alternativas consideradas para a redução das emissões do transporte marítimo. O estudo ressalta não apenas a disponibilidade de recursos, mas também a experiência e a capacidade técnica acumuladas pelo país, embora reconheça desafios para sua utilização em maior escala.

A existência dessas vantagens não elimina, contudo, as exigências decorrentes da nova regulação internacional. À medida que a avaliação do ciclo de vida ganha importância, a competitividade climática dos biocombustíveis passa a depender da demonstração de sua intensidade efetiva de emissões e do atendimento a critérios de sustentabilidade e certificação. As discussões internacionais também têm evidenciado a necessidade de considerar diferenças entre rotas produtivas e condições regionais na avaliação desses combustíveis (IMO, 2024; MARINHA DO BRASIL, 2024). A questão para o Brasil desloca-se, assim, da existência de capacidade produtiva para as condições de sua inserção nas novas cadeias de combustíveis marítimos.

5.2. A Lei do Combustível do Futuro e a Navegação

No plano interno, a Lei nº 14.993/2024, conhecida como Lei do Combustível do Futuro, ampliou os instrumentos da política brasileira de mobilidade de baixo carbono, abrangendo, entre outros temas, diesel verde, biometano, combustíveis sintéticos e ampliação da utilização de biocombustíveis (BRASIL, 2024). A legislação incorpora ainda a avaliação do ciclo de vida entre seus conceitos e admite expressamente a utilização voluntária de misturas de biodiesel acima do percentual obrigatório na navegação interior e marítima, estabelecendo uma conexão direta, embora ainda

limitada, entre a política nacional de combustíveis e o setor aquaviário (BRASIL, 2024).

Essa aproximação vem sendo desenvolvida no próprio planejamento energético brasileiro. A EPE produziu estudos especificamente dedicados à descarbonização do transporte aquaviário e identifica os biocombustíveis, especialmente etanol e biodiesel, entre as alternativas relevantes para o cenário nacional, ao mesmo tempo em que aponta desafios tecnológicos, regulatórios e de infraestrutura para sua utilização em maior escala (EPE, 2025). A política energética doméstica e a agenda internacional da navegação deixam, assim, de constituir processos inteiramente separados e passam a apresentar pontos crescentes de convergência.

Essa convergência não significa, contudo, que a Lei do Combustível do Futuro constitua uma política brasileira específica de implementação das regras da IMO. Sua importância para a descarbonização marítima reside também na possibilidade de aproximar capacidades energéticas já desenvolvidas pelo país das novas exigências internacionais aplicáveis aos combustíveis marítimos. Essa aproximação dependerá da compatibilidade entre produção nacional e critérios internacionais de intensidade de emissões, ciclo de vida, sustentabilidade e certificação (IMO, 2024; EPE, 2025).

5.3. Portos, Infraestrutura e Adaptação Às Novas Cadeias de Combustíveis Marítimos

A transformação dos combustíveis marítimos depende igualmente da infraestrutura necessária à sua utilização. A produção nacional de energia de menor intensidade de carbono não assegura, por si só,

sua disponibilidade para a navegação, uma vez que armazenamento, abastecimento e adaptação portuária passam a integrar as condições materiais da descarbonização. A EPE (2025) reconhece a infraestrutura entre os desafios associados à transição para novos combustíveis marítimos no Brasil, enquanto Silva e Magalhães (2022) identificam dificuldades logísticas decorrentes, inclusive, da distância entre recursos produtivos e pontos portuários de abastecimento.

Essa dimensão material encontra correspondência no plano institucional. A Comissão Coordenadora para os Assuntos da IMO, coordenada pela Marinha do Brasil e integrada por diferentes órgãos governamentais, vem incorporando às discussões sobre a transição energética marítima alternativas como biocombustíveis, metanol, hidrogênio e amônia, além dos mecanismos econômicos relacionados à descarbonização. Nesse contexto, a própria Marinha tem defendido a elaboração de um plano nacional integrado para a transição energética do setor marítimo, que contemple também as necessidades de infraestrutura (MARINHA DO BRASIL, 2025).

O desafio brasileiro não se resume, portanto, à escolha de um combustível. A capacidade nacional de produção de energia de menor intensidade de carbono somente poderá converter-se em vantagem para o setor marítimo se estiver acompanhada pela infraestrutura, pela adequação regulatória e pela coordenação institucional necessárias à sua utilização. A descarbonização evidencia, nesse sentido, uma relação cada vez mais estreita entre política energética, política marítima e inserção internacional do Brasil.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descarbonização do transporte marítimo vem produzindo uma transformação relevante na regulação internacional da navegação. A análise desenvolvida demonstrou que esse processo não se limita ao estabelecimento de metas mais ambiciosas de redução das emissões, mas amplia progressivamente o próprio objeto da regulação. Às medidas voltadas à eficiência energética e ao desempenho dos navios soma-se uma abordagem que alcança os combustíveis marítimos e considera as emissões associadas ao seu ciclo de vida, aproximando a regulação da navegação das cadeias energéticas que sustentam o transporte marítimo.

Essa evolução confirma a hipótese apresentada no início do artigo. A atuação da IMO amplia a capacidade de resposta do Direito do Mar aos desafios climáticos, especialmente ao concretizar obrigações mais gerais de proteção do meio marinho por meio de padrões progressivamente específicos. O avanço regulatório, entretanto, produz novas exigências. A consideração do ciclo de vida dos combustíveis torna a avaliação ambiental mais abrangente, mas também faz com que sua implementação dependa de informações, tecnologias, infraestrutura, certificação e cadeias produtivas distribuídas entre diferentes Estados.

A maior ambição ambiental não elimina, portanto, as assimetrias que caracterizam a transição. Estados com capacidades econômicas, tecnológicas e energéticas distintas enfrentam custos diferentes para adaptar-se às novas exigências, ao mesmo tempo em que as oportunidades abertas pelas novas cadeias de combustíveis também se distribuem de maneira desigual. A efetividade da descarbonização marítima dependerá, nesse sentido, não apenas da construção de padrões internacionais mais exigentes, mas também

das condições concretas para sua implementação e da consideração dos efeitos distributivos da transição.

Para o Brasil, essa transformação apresenta uma dimensão particularmente relevante. A experiência acumulada com biocombustíveis e as capacidades energéticas já desenvolvidas colocam o país em posição favorável diante da diversificação dos combustíveis marítimos, mas sua conversão em vantagem para o setor dependerá da articulação entre política energética, infraestrutura portuária, adequação regulatória e padrões internacionais de sustentabilidade e ciclo de vida. A descarbonização do transporte marítimo revela, assim, que a transição energética no oceano não constitui apenas um desafio ambiental e tecnológico, mas também um processo de reorganização regulatória, econômica e estratégica cujos custos e oportunidades serão decisivos para a posição dos Estados nas novas cadeias energéticas marítimas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, Luizella Giardino Barbosa. *Biocombustíveis, governança global e comércio internacional: rumo a um novo paradigma energético?* 2012. Tese (Doutorado em Direito Internacional) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Faculdade de Direito, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024. Dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono e a captura e a estocagem geológica de dióxido de carbono; institui o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV) e o Programa Nacional

de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999, 8.723, de 28 de outubro de 1993, e 13.033, de 24 de setembro de 2014; e revoga dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 9 out. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14993.htm. Acesso em: 24 ago. 2026.

CHURCHILL, Robin; LOWE, Vaughan; SANDER, Amy. *The law of the sea*. 4. ed. Manchester: Manchester University Press, 2022.

CNUDM. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Montego Bay, 10 dez. 1982. Disponível em: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf. Acesso em: 24 ago. 2026.

DOLATABADI, Saeid Hassankhani; ISHAQ, Haris; CRAWFORD, Curran. Scenario-based multi-criteria evaluation of alternative fuels for international marine transportation. *Energy Conversion and Management*, v. 356, 121147, 2026. DOI: 10.1016/j.enconman.2026.121147.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Descarbonização do transporte aquaviário: desafios e trajetórias nacionais para combustíveis marítimos*. Nota Técnica NT-EPE-DPG-SDB-2025-04. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-903/NT-EPE-DPG-SDB-2025->

04_Descarboniza%C3%A7%C3%A3o_Transporte_Aquavi%C3%A1rio_.pdf. Acesso em: 24 ago. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Renewables 2025: analysis and forecasts to 2030*. Paris: IEA, 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewables-2025>. Acesso em: 18 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*. Resolution MEPC.377(80). London: IMO, 2023. Disponível em: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.377%2880%29.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *2024 Guidelines on Life Cycle GHG Intensity of Marine Fuels (2024 LCA Guidelines)*. Resolution MEPC.391(81). London: IMO, 2024. Disponível em: <https://www.imo.org/en/knowledgecentre/indexofimoresolutions/pages/mepc-2024-25.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *Amendments to the Annex of the Protocol of 1997 to amend the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto: 2021 Revised MARPOL Annex VI*. Resolution MEPC.328(76). London: IMO, 2021. Disponível em: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/index-of-mepc-resolutions-and-guidelines-related-to-marpol-annex-vi.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020*. London: IMO, 2020. Disponível em: <https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/fourth-imo-greenhouse-gas-study-2020.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). IMO approves net-zero regulations for global shipping. London: IMO, 11 abr. 2025. Disponível em: <https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/imo-approves-netzero-regulations.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*. Resolution MEPC.304(72). London: IMO, 2018. Disponível em: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.304%2872%29.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto*. London: IMO, 1973/1978.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). *Intersessional Working Group on Reduction of Greenhouse Gas Emissions from Ships (ISWG-GHG 21), 20–24 April 2026*. London: IMO, 2026. Disponível em: <https://www.imo.org/en/mediacentre/meetingsummaries/pages/iswg-ghg-21.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Rules on ship carbon intensity and rating system enter into force. London: IMO, 1

nov. 2022. Disponível em:
<https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/cii-and-eexi-entry-into-force.aspx>. Acesso em: 11 ago. 2026.

INTERNATIONAL TRIBUNAL FOR THE LAW OF THE SEA (ITLOS). *Request for an Advisory Opinion submitted by the Commission of Small Island States on Climate Change and International Law*. Case No. 31. Advisory Opinion, 21 May 2024. *ITLOS Reports 2024*, p. 4. Hamburg: ITLOS, 2024. Disponível em:
<https://www.itlos.org/en/main/cases/list-of-cases/request-for-an-advisory-opinion-submitted-by-the-commission-of-small-island-states-on-climate-change-and-international-law-request-for-advisory-opinion-submitted-to-the-tribunal/>. Acesso em: 11 ago. 2026.

KANCHIRALLA, Fayas Malik; BRYNOLF, Selma; HANSSON, Julia; GRAHN, Maria. Marine fuel choices and related life-cycle environmental impacts under global shipping policies. *Nature Energy*, 2026. DOI: 10.1038/s41560-026-02079-6.

MARINHA DO BRASIL. Agência Marinha de Notícias. Descarbonização do transporte marítimo na agenda do G20 Social. Brasília, DF, 22 nov. 2024. Disponível em:
<https://www.agencia.marinha.mil.br/index.php/meio-ambiente/descarbonizacao-do-transporte-maritimo-na-agenda-do-g20-social>. Acesso em: 24 ago. 2026.

MARINHA DO BRASIL. Agência Marinha de Notícias. Marinha coordena com Ministérios ações para a transição energética no mar. Brasília, DF, 13 fev. 2025. Disponível em:
<https://www.agencia.marinha.mil.br/seguranca-da->

[navegacao/marinha-coordena-com-ministerios-acoes-para-transicao-energetica-no-mar](#). Acesso em: 16 maio 2025.

MENEZES, Wagner. *O direito do mar*. Brasília, DF: Fundação Alexandre de Gusmão, 2015.

RIBEIRO, Marilda Rosado de Sá. Direito Internacional e Direito do Petróleo: o desenvolvimento compartilhado no *offshore*. *Revista de la Asociación Venezolana de Derecho Marítimo*, Caracas, n. 13, p. 154-168, 2018.

SILVA, Paulo Max Villas da; MAGALHÃES, Diogo Franco. *A estratégia de descarbonização da Organização Marítima Internacional (IMO): biocombustíveis nacionais como fonte alternativa de energia no transporte marítimo*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Altos Estudos em Defesa) – Escola Superior de Defesa, Brasília, 2022. Disponível em: <https://repositorio.marinha.mil.br/handle/20.500.14867/846666>.

Acesso em: 24 ago. 2026.

SINGH, Sukhjit; BALLINI, Fabio. Socio-economic impacts of maritime GHG emission control measures on sustainable development in SIDS: Insights from a systematic literature review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 214, 117687, 2025. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2025.117687.

STOPFORD, Martin. Maritime governance: piloting maritime transport through the stormy seas of climate change. *Maritime Economics & Logistics*, v. 24, n. 4, p. 686–698, 2022. DOI: 10.1057/s41278-022-00227-9.

TANAKA, Yoshifumi. *The international law of the sea*. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

¹ Doutor em Direito Internacional pela USP. Mestre em Relações Internacionais pela UFF. Realizou estágio pós-doutoral em Direito Internacional na UERJ, com pesquisa dedicada às interfaces entre Direito do Mar e transição energética. Professor de Direito Internacional na Universidade Candido Mendes (UCAM) e no Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (Unilasalle/RJ). Endereço institucional: Universidade Candido Mendes, Rua da Assembleia, 10, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20011-901. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

² Este artigo constitui produto da pesquisa desenvolvida durante estágio pós-doutoral realizado no Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGD/UERJ), na área de Direito Internacional, sob supervisão da Professora Marilda Rosado, com investigação dedicada às interfaces entre Direito do Mar e transição energética.

³ A Estratégia da IMO de 2023 estabelece, tomando 2008 como ano de referência, pontos de controle indicativos para a redução das emissões anuais totais de gases de efeito estufa do transporte marítimo internacional: pelo menos 20%, buscando alcançar 30%, até 2030; e pelo menos 70%, buscando alcançar 80%, até 2040. O documento prevê ainda a redução da intensidade de carbono do transporte marítimo internacional em pelo menos 40% até 2030 e o alcance de emissões líquidas nulas por volta de 2050 (IMO, 2023).

⁴ O ITLOS concluiu que as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa constituem poluição do meio marinho, nos termos do art. 1º, § 1º, item 4, da CNUDM, e examinou, a partir desse enquadramento, as obrigações dos Estados de prevenir, reduzir e

controlar essa poluição e de proteger e preservar o meio marinho (ITLOS, 2024, especialmente §§ 161–179 e 189–223).

⁵ O *IMO Net-Zero Framework* foi aprovado pelo Comitê de Proteção do Meio Marinho (MEPC) em abril de 2025 como projeto de alteração do Anexo VI da MARPOL. Sua adoção formal, contudo, ainda não foi concluída. Em 2026, as discussões sobre as medidas de médio prazo para a redução das emissões de gases de efeito estufa provenientes dos navios prosseguiram no âmbito do ISWG-GHG 21, permanecendo o Framework em processo de negociação na IMO (IMO, 2025; IMO, 2026).