



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA & ESCOLA DE QUÍMICA
PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

MARCELO MUNIZ SANTOS

Orientador: prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc.; UFRJ.

**LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA
NAVEGAÇÃO COM FOCO NAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA:
EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL**

Rio de Janeiro

2024



UFRJ

MARCELO MUNIZ SANTOS

Orientador: Prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc.; UFRJ.

**LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA
NAVEGAÇÃO COM FOCO NAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA:
EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc.; UFRJ

Rio de Janeiro

2024

**LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO SOBRE A EMISSÃO DE GASES DE
EFEITO ESTUFA NA NAVEGAÇÃO: ESTADO, EVOLUÇÃO E IMPACTOS NO
BRASIL**

MARCELO MUNIZ SANTOS

Orientador: Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc.; UFRJ.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovado pela Banca:

Presidente: Prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc., UFRJ

Prof. Sergio Luiz Costa Bonecker D.Sc, USP

Prof. Marcos Barreto de Mendonça D.Sc., UFRJ

Prof. Carl Horst Albrecht D.Sc., UFRJ

Rio de Janeiro

2024

SANTOS, Marcelo Muniz.

“Legislação e Regulamentação sobre os Impactos Ambientais da Navegação com Foco nas Emissões de Gases de Efeito Estufa: Evolução e Perspectivas para o Brasil”

Marcelo Muniz Santos – 2024

83 fls. 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2024.

Orientador: Prof. Eduardo Gonçalves Serra, D.Sc.; UFRJ

1. Meio Ambiente 2. Gases de efeito estufa. 3. Navegação. 4. Legislação e Regulamentação Marítima
XXXXXX II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Denize, companheira inseparável, e à família sempre presente. Agradeço à Luciana da Silva Costa pela contribuição e paciência e ao Professor Eduardo Gonçalves Serra, mais do que professor, um educador.

RESUMO

Esta dissertação analisa a legislação internacional e brasileira da atividade de transporte marítimo e as ações das autoridades brasileiras e das empresas do setor para a sua devida adequação às exigências ambientais existentes, com destaque para o controle das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE). É feita a análise do processo de mudanças climáticas em curso e as iniciativas internacionais para mitigar as emissões de gases do efeito estufa – GEE – por setores de atividades econômicas, com ênfase na atividade de transporte marítimo no Brasil, introduzindo também aspectos quantitativos da navegação comercial internacional. O estudo visa a apoiar o desenvolvimento de estratégias que promovam práticas ambientais responsáveis e contribuir para aperfeiçoamentos futuros. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre as emissões de gases no meio ambiente, através de artigos científicos e sites governamentais e de entidades e organizações diversas. Foi realizado um levantamento sobre as iniciativas de empresas do setor e sobre a percepção de profissionais de navegação sobre o estado atual e as perspectivas para o avanço na implementação de medidas de mitigação das emissões nas embarcações. Os resultados mostraram que a abordagem regional, complementa as regulamentações globais e reforça a necessidade de uma resposta coordenada para enfrentar os desafios ambientais impostos pela navegação internacional e que a integração dessas regulamentações internacionais é essencial para promover práticas sustentáveis e garantir a conformidade global.

Palavras-chave: 1. Meio Ambiente 2. Gases de efeito estufa. 3. Navegação. 4. Legislação e Regulamentação Marítima

ABSTRACT

This dissertation analyzes international and Brazilian legislation on maritime transport activities and the actions of Brazilian authorities and companies in the sector to ensure compliance with existing environmental requirements, with emphasis on greenhouse gas (GHG) emissions. The study analyzes the ongoing climate change process and international initiatives to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions by economic activity sectors, with an emphasis on maritime transport activities in Brazil, also introducing quantitative aspects of international commercial shipping. The study aims to support the development of strategies that promote responsible environmental practices and contribute to future improvements. A bibliographical research on greenhouse gas emissions in the environment was carried out through scientific articles, entities's, organizations' and government websites. A survey was conducted on the initiatives of companies in the sector and on the perception of shipping professionals about the state and prospects for advancing mitigation measures for emissions on vessels. The results showed that the regional approach complements global regulations and reinforces the need for a coordinated response to face the environmental challenges posed by international shipping, and that integrating these international regulations is essential to promote sustainable practices and ensure global compliance.

Keywords: 1. Environment 2. Greenhouse gases 3. Shipping 4. Maritime legislation and regulation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Percentual de emissões globais de CO ₂ por setor entre 1990 e 2019 em Gigatoneladas de CO ₂ equivalente (GtCO ₂ eq).....	21
Figura 2: Evolução de emissões de GEE entre 1990 e 2022.....	26
Figura 3: Emissões diretas e indiretas por setores de atividades.....	28
Figura 04: Perfil da carga em toneladas transportada na cabotagem em 2023.....	34
Figura 5: Conscientização dos entrevistados sobre as mudanças climáticas ora em curso.....	67
Figura 6: Percepção sobre a influência das atividades econômicas no processo de aquecimento global.....	68
Figura 7: Percepção dos entrevistados sobre o transporte marítimo como emissor de GEE.....	68
Figura 8: Confiabilidade nas regulamentações IMO e nacionais para redução de emissões.....	69
Figura 9: Percepção da implementação das medidas da IMO e da Autoridade Marítima para controle de emissões de GEE.....	69
Figura 10: Confiança no cumprimento da legislação ambiental em embarcações na cabotagem.....	70
Figura 11: Confiabilidade nas empresas de navegação em efetuar o registro devido de suas emissões de GEE.....	70
Figura 12: Confiabilidade na implementação futura dos procedimentos por parte do setor da navegação.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frota Mundial de Navios Mercantes (2023).....	31
Tabela 2: Quantidade de carga transportada na cabotagem brasileira entre 2019 e 2023 e seu respectivo percentual de aumento anual.....	34
Tabela 3: Navios associados à ABAC e navios da Transpetro na cabotagem.....	35
Tabela 4: Outros documentos de referência estabelecidos pela IMO para proteção ambiental no ambiente marinho.....	50
Tabela 5: Anexos da Convenção MARPOL e seus vetores de poluição.....	50
Tabela 6: O <i>tier</i> dos motores dos navios e suas características principais.....	54
Tabela 7: Medidas previstas no Anexo VI para redução de emissões e eficiência energética.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Emissões mundiais de CO ₂ por período em Gigatoneladas por ano.....	16
Quadro 2: Principais Resoluções do MEPC para controle de emissões de navios.....	56
Quadro 3: Legislação nacional relacionada ao meio ambiente.....	61

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABAC -Associação Brasileira dos Armadores da Cabotagem
AFOLU – Agriculture, Forestry and Other Land Use
ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários
BDC – bandeira de Conveniência
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CFC - Clorofluorcarboneto
CFCs: Clorofluorocarbonetos
CH₄ – Metano
CO₂ - Dióxido de Carbono
CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP - Conference of the Parties
COV- Compostos Orgânicos Voláteis
DPC - Diretoria de Portos e Costas
DWT -Deadweight
EBN - Empresa Brasileira de Navegação
ECA – Emissions Control área (Áreas de Controles de Emissões)
EEDI - Energy Efficiency Design Index
EGCS: Exhaust Gas Cleaning Systems
EMDS - Sistema de Gerenciamento de Dados de Emissões
EPA - Environmental Protection Agency
F- Gases – Emissões de Gases Fluorados
FAL - Convention on Facilitation of International Maritime Traffic 1965, as amended
FMM - Fundo da Marinha Mercante
GEE - Gases de Efeito Estufa
GHG - Green House Gases (Gases de Efeito Estufa)
GNL - Gás Natural Liquefeito
GT - Tonelagem Bruta
IACS - Associação Internacional das Sociedades Classificadoras
IAPP - Certificado Internacional de Prevenção de Poluição Atmosférica
IEA - Agência Internacional de Energia

IMO - International Maritime Organization
IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO- International Organization for Standardization
ITF - International Transport Workers' Federation
ITOPF - International Tanker Owners Pollution Federation
MARPOL: Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)
MARPOL73/78 - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 and later amendments
MLC - Maritime Labour Convention
MRV - Monitoramento, Relatório e Verificação
N₂O - Óxido Nitroso
NO_x: Óxido de Nitrogênio
NYK - Yusen Kabushiki Kaisha Line
OIT - Organização Internacional do Trabalho
ONU - Organização das Nações Unidas
PNMC Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RPM – Rotação por Minuto
SCR – Selective Catalytic Reduction (Redução Catalítica Seletiva)
SEEG- Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa.
SEEMP - Ship Energy Efficiency Management Plan (Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio)
SISTRAM- Sistema de Informação do Tráfego Marítimo
SO₂- Dióxido de Enxofre
SOLAS 1974/78 - Safety of Life at Sea
SO_x: Óxido de Enxofre
STCW78/95 - International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978/95, as amended
TPB- Tonelada de porte bruto

UNCTAD –United Nations Conference on Trade and Development (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento)

UNDP - United Nations Development Programme (em português, PNUD)

UNEP -United Nations Environment Programme

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

WRI- World Resources Institute

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivos Gerais.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3 METODOLOGIA.....	21
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
4.1 Atividades antrópico-sociais que mais emitem gases de efeito estufa.....	22
4.2 Emissões globais de GEE em setores da economia.....	23
4.3 A frota mercante mundial	29
4.4 A Navegação de cabotagem brasileira.....	32
4.5 Alternativas para a redução das emissões de GEE dos navios.....	36
5. COMPROMISSOS E AÇÕES DA COMUNIDADE INTERNACIONAL PARA EVITAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CURSO E AGENDA 2030.....	42
5.1 O acordo de Paris: ações propostas e o Balanço dos Resultados da COP 21 e o Relatório da COP 28.....	44
5.2 Organizações Internacionais e o meio ambiente.....	45
5.3 A Organização Marítima Internacional	46
5.4 Ações da IMO para reduzir as emissões de navios.....	47
5.5 A legislação internacional ambiental referente a navios.....	47
5.6 Áreas de Controle de Emissões (ECA).....	52
5.7 O Anexo VI e as Resoluções do (MEPC) para redução de GEE por navios.....	53
5.8 Principais Resoluções do MEPC e seus objetivos.....	56
5.8.1 Emendas e diretrizes da IMO para entrada em vigor em 2026.....	58
5.8.2 A legislação nacional sobre meio ambiente.....	59
5.8.3 A atuação da Autoridade Marítima do Brasil para o controle de emissões por navios.....	63
5.8.4 Procedimentos de fiscalização da poluição atmosférica por navios nacionais e estrangeiros realizados pela Marinha do Brasil na costa brasileira.....	63
6. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	66
7 CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	15

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o processo de aquecimento da temperatura média global e suas graves repercussões para a vida na Terra têm sido temas abordados recorrentemente no cenário internacional. Apesar de a ciência atual ser capaz de identificar os danos causados pelo aquecimento global com uma precisão sem precedentes, no campo da política internacional o reconhecimento e a colaboração efetiva entre os países ainda é claramente insuficiente, o que resulta na ausência de um compromisso coletivo com a preservação ambiental e na carência de investimentos adequados em políticas tanto locais quanto globais para enfrentar as mudanças climáticas (Cenci, 2020).

A alteração do clima da Terra, ou “Mudança Climática”, significa a alteração de longo prazo nas temperaturas ocorridas em regiões específicas do globo e em outros padrões do clima terrestre. Essas mudanças constituem um fenômeno global causado pela elevação da temperatura média do planeta ¹ gerado, por sua vez, pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, que retêm o calor irradiado pela superfície terrestre aumentando a espessura da cobertura circundante à Terra (IPCC, 2021). O aumento dessa espessura impede que a Terra irradie o calor que acumula para as camadas mais elevadas da atmosfera em volta da terra, e também diminui os efeitos de reflexão dos raios solares a partir da superfície através do fenômeno do albedo. Ambos os fenômenos naturais são inversamente proporcionais ao aquecimento global e os principais gases de efeito estufa incluem o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e os clorofluorcarbonetos (CFCs) (IPCC, 2021). O dióxido de carbono (CO₂), representa cerca de dois terços dos gases de efeito estufa e é originado principalmente através da queima de combustíveis fósseis e da pecuária, entre outras fontes. Nosso orbe está aquecendo mais rapidamente do que em qualquer outro momento registrado na história (ONU, 2024).

Esse fenômeno pode ter causas naturais, como aquelas provocadas por atividades solares ou erupções vulcânicas (IPCC, 2014), e por conta das ações antrópico-sociais na produção material e no uso dos solos e recursos naturais. O aumento da temperatura média tem levado a uma série de efeitos adversos já observados no planeta, que incluem o derretimento

¹ A elevação da temperatura média do planeta é causada por fatores antropogênicos e naturais. Dentre os naturais destacamos forças geofísicas e astronômicas que influenciam o clima da Terra ao longo do tempo tais como variações na irradiação solar, atividades vulcânicas e mudanças na órbita terrestre e o fenômeno da precessão terrestre (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2021).

das calotas polares e geleiras, o aumento do nível do mar, a intensificação de eventos climáticos extremos como furacões e secas, a alteração dos padrões de precipitação, afetando a disponibilidade de água e a agricultura (IPCC, 2014) e outros, como os deslocamentos de populações inteiras e a perda de biodiversidade (UNFCCC, 2015).

Os riscos previstos para a humanidade, caso não sejam tomadas medidas efetivas para reduzir as emissões de GEE, são graves. Esses incluem a ampliação das áreas inabitáveis devido ao aumento do nível do mar, a intensificação da escassez de água potável, a diminuição da produção agrícola, resultando em insegurança alimentar, e um aumento na frequência e severidade de eventos climáticos extremos, entre outros (IPCC, 2014). Esses impactos podem exacerbar as desigualdades sociais e econômicas, levando a conflitos e migrações forçadas (UNFCCC, 2015). A partir do início do século XIX, as atividades antrópico-sociais têm sido os principais agentes das mudanças no clima, sobretudo pelo uso de combustíveis fósseis que liberam gases de efeito estufa, somando-se às causas naturais da mudança do clima.

O quadro a seguir, apresenta o aumento das emissões mundiais CO₂ em gigatoneladas por ano desde 1750.

Quadro 1: Emissões mundiais de CO₂ por período em Gigatoneladas por ano.

Período	Descrição	Emissões de CO₂ (Gt)	Referência
Pré-Revolução Industrial (antes de 1750)	Emissões de CO ₂ eram estáveis e baixas, com concentrações em torno de 280 ppm ² . Principais fontes: atividades naturais.	~0.01 Gt/ano	IPCC (2021); Ritchie e Roser (2020)
Revolução Industrial (1750-1850)	Início da queima intensiva de carvão. Emissões começam a	~0.2-0.3 Gt/ano	Steffen et al. (2011); McNeill (2000)

² PPM significa partes por milhão. É uma unidade de medida usada para descrever a concentração de uma substância em um determinado volume ou massa de outra substância. Na ciência ambiental ppm é comumente usada para medir a concentração de gases na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO₂).

Período	Descrição	Emissões de CO ₂ (Gt)	Referência
	aumentar, concentradas na Europa e nos EUA.		
Segunda Revolução Industrial (1850-1950)	Expansão global da industrialização, com aumento acentuado nas emissões de CO ₂ , especialmente após 1900.	~0.5-1.5 Gt /ano	IPCC (2021); McNeill (2000)
Era Pós-2ª Guerra (1950-presente)	Crescimento exponencial nas emissões devido à urbanização, industrialização e uso de combustíveis fósseis. Concentrações ultrapassam 400 ppm.	~5-36 Gt /ano	IPCC (2021); Our World in Data (2020)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Analisar o impacto dos combustíveis fósseis na economia global é imprescindível porque os lucros gerados por suas atividades superam os de qualquer outro setor econômico. Isso torna cada vez mais desafiador, adotar novas fontes de energia como a eólica, solar, ondas do mar, biomassa ou geotérmica, sem uma intervenção institucional global significativa. Além disso, mudanças apenas na legislação e na tributação, não serão suficientes a longo prazo já que os governos em sistemas democráticos têm mandatos temporários. É essencial que a preocupação com a mudança climática vá além dos interesses políticos e que a mobilização popular exerça uma influência decisiva nos debates sobre o tema (Cenci, 2020).

A preocupação com esses efeitos e riscos ambientais tem levado a comunidade internacional, especialmente as Nações Unidas, a destacar a urgência da conscientização global e a necessidade de ação coordenada. *A United Nations Framework Convention on Climate*

Change (UNFCCC)³, criada pela Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, ou ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, passou a organizar anualmente a *Conference of the Parties* (COP)⁴ que reúne anualmente desde o ano de 1995 os países signatários da Convenção.

A COP inclui não apenas governos, mas também representantes de organizações internacionais, ONGs, empresas, cientistas e a sociedade civil, tornando-se um fórum crucial para a discussão e tomada de decisão sobre políticas climáticas globais. A 3ª Conferência das Partes, COP 3, realizado na cidade de Kyoto (Japão), adotou em 11 de dezembro de 1997, o Protocolo de Kyoto⁵. Esse tratado entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 e foi o primeiro acordo internacional significativo a estabelecer metas obrigatórias para a redução das emissões de GEE pelos países industrializados. O Segundo Período de Compromisso (2013-2020), conhecido como a Emenda de Doha⁶ de 2012, estendeu o Protocolo de Kyoto até 2020. Observa-se, no entanto, que grandes emissores como Estados Unidos, Canadá, Rússia e Japão, não participaram desta fase (NAÇÕES UNIDAS, 2012). Esse Protocolo introduziu a possibilidade da negociação do crédito de carbono. Atualmente, há mercados de carbono regulados e voluntários em diversos países. A ONU mantém o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que faz a intermediação da compra e venda de certificados de abatimento (crédito de carbono). No Brasil, está em tramitação no congresso nacional desde 2021, o Projeto de Lei 528 que objetiva regulamentar a emissão, comercialização e a contabilidade de créditos de carbono no país.

No ano de 2015, foi realizada na França, a COP 21, onde foi adotado o Acordo de Paris, que visava a limitar o aumento da temperatura global de modo que esse aumento fique abaixo de 2°C, preferencialmente a 1,5°C, em relação aos níveis pré-industriais. O Acordo produziu

³ Em português: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês). Dentre os compromissos assumidos pelo Brasil junto à UNFCCC, está o de desenvolver e atualizar, periodicamente, inventários nacionais das emissões antrópicas, por fontes e remoções dos gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal, além de fornecer uma descrição geral das providências para implementar a Convenção

⁴ A sigla COP significa Conferência das Partes, em português. É o órgão supremo da UNFCCC. A COP reúne anualmente representantes de quase todos os países do mundo para discutir e negociar ações internacionais sobre as mudanças climáticas. A primeira COP foi realizada em 1995 em Berlim. Desde então, a COP é realizada anualmente (com exceção de 2020, tendo sido adiada em virtude da pandemia de COVID-19).

⁵ O Protocolo de Kyoto estabeleceu compromissos juridicamente vinculativos para que os países desenvolvidos reduzissem suas emissões de GEE em uma média de 5,2% abaixo dos níveis de 1990, durante o período inicial de 2008 a 2012. Os gases de efeito estufa cobertos pelo protocolo incluem dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF₆) (NAÇÕES UNIDAS, 1997).

⁶ A Emenda de Doha foi adotada em 8 de dezembro de 2012, durante a 18ª Conferência das Partes (COP 18) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), realizada em Doha, Qatar.

obrigações e entendimentos sobre o clima de forma mais abrangente alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e definiu metas a serem alcançadas para redução das emissões de GEE como um exemplo dos esforços internacionais para enfrentar as mudanças climáticas e incentivando o desenvolvimento sustentável (UNFCCC, 2015).

O setor de transporte marítimo é uma fonte significativa de emissões, representando cerca de 3% do total global (IMO, 2018). Assim sendo, incentivar o desenvolvimento de tecnologias mais amigáveis ambientalmente, implementar regulamentações mais severas e investir em fontes de energias renováveis são medidas cruciais para diminuir a pegada de carbono do setor marítimo. Esses esforços evidenciam um compromisso com um futuro mais sustentável, no qual o transporte marítimo, tão importante para a sociedade mundial, seja feito de maneira mais eficiente, com um impacto ambiental substancialmente reduzido.

Este estudo apresenta o impacto causado pelas emissões gasosas produzidas por navios e analisa a legislação ambiental internacional e brasileira relacionada ao transporte marítimo, com o intuito de discutir caminhos para a sua redução, tendo como referência as ações da Organização Marítima Internacional (IMO), que propõe uma legislação abrangente (através de convenções e códigos adotados internacionalmente) e ações de fiscalização através dos governos, assim como as consequências internacionais e para o Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Essa dissertação tem, como objetivo, descrever e analisar a crescente evolução da preocupação internacional com o quadro geral das mudanças climáticas e as iniciativas brasileiras e internacionais para mitigar as emissões de gases de efeito estufa no transporte marítimo, comparando a legislação brasileira e a legislação e regulamentação internacional, analisando o comportamento, iniciativas e exemplos de implementação de medidas por parte das autoridades e empresas brasileiras do setor de navegação operando na cabotagem nacional, para avaliar as tendências atuais e apoiar a tomada de decisões e a formulação de políticas e estratégias para reduzir a emissão de gases no meio ambiente.

2.2 Objetivos específicos

Essa pesquisa tem, como objetivos específicos, introduzir aspectos e dados da navegação internacional e nacional, considerando a importância desse setor para a economia e desenvolvimento global, e a análise e avaliação da legislação e regulamentação internacional e nacional sobre emissões de GEE no setor marítimo e as iniciativas de empresas e autoridades do setor, assim como a identificação de práticas e tecnologias que podem ser adotadas para a redução das emissões, com destaque, para as empresas da navegação brasileira que atuam na cabotagem, principalmente, e no longo curso.

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem caráter exploratório e descritivo, com a verificação de hipóteses referentes às tendências verificadas. São utilizadas fontes bibliográficas e documentais para a obtenção de dados e informações, com consulta às bases de dados científicas como Periódicos Capes e Google Acadêmico, além de documentos e materiais de organizações internacionais e sites de órgãos ambientais com o objetivo de revisar as legislações e decretos pertinentes ao tema, com foco na Organização Marítima Internacional, e aqueles emitidos pelo Ministério do Meio Ambiente e pela Autoridade Marítima Brasileira. Foram verificadas as iniciativas de empresas de navegação para adequação às exigências ambientais estabelecidas pela comunidade reguladora e fiscalizadora internacional e nacional. Foi realizado um levantamento junto a profissionais do setor, que operam na navegação brasileira, embarcados em funções operacionais e gerenciais de chefia de máquinas e de comando em navios, no intuito de verificar o grau de conscientização dos entrevistados, no que se refere às mudanças climáticas, implementação de medidas e percepção de sua efetividade e confiabilidade para redução de emissões de gases de efeito estufa no contexto da navegação nacional.

Premissas

- 1- As emissões de gases do efeito estufa são as principais causas do crescente aquecimento global, que impulsiona as drásticas mudanças climáticas em curso;
- 2- A navegação é uma fonte relevante de emissões.

Hipóteses

- As legislações. internacional e brasileira, do transporte marítimo, são robustas e vêm se adequando às demandas de redução de emissões do setor;
- Há iniciativas relevantes por parte das autoridades e empresas brasileiras do setor marítimo;
- Há, de forma predominante, entre os profissionais da navegação brasileira, a percepção de que há mudanças positivas em curso.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Atividades antrópico-sociais que mais emitem gases de efeito estufa

Dentre as principais fontes das emissões, podemos incluir as atividades de caráter industrial em geral, com destaque para a geração de energia, a agropecuária de grande escala, a construção civil, a mineração e o transporte, de acordo com o modelo predominante atual da economia global (Fernandes, 2023).

Pode-se afirmar, ainda, que os países desenvolvidos e a parcela da sociedade com mais recursos financeiros (que são a minoria da população mundial), dentro de seu modelo atual de consumo, são direta ou indiretamente, os principais responsáveis pelo aquecimento global e mudanças climáticas, tendo em vista que são grandes consumidores de produtos manufaturados, bens de consumo diversificados, alimentos produzidos em diferentes regiões do mundo, com uso abundante de recursos naturais em geral e de energia, sendo também os maiores geradores de resíduos.

A pobreza global é um fenômeno complexo e multidimensional, afetando milhões de pessoas ao redor do mundo. O Banco Mundial atualizou as linhas de pobreza globais em setembro de 2022. A linha de pobreza extrema é de US\$ 2,15 por pessoa por dia, considerando-se os preços de 2017. Cerca de 648 milhões de pessoas em todo o mundo estavam nessa situação em 2019. Além da pobreza extrema, o Banco Mundial aponta outros níveis de pobreza entre US\$ 3,65 e US\$ 6,85 por dia em países de renda média baixa e de média alta, respectivamente (World Bank, 2024).

Podemos apresentar também, dados fornecidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) apontando que, em 2023, cerca de 1,1 bilhão de pessoas viviam em condições de pobreza multidimensional, que inclui outros níveis de pobreza, além da extrema (cerca de 18% da população nos 110 países analisados pelo programa). A maior parte dessas pessoas está localizada na África Subsaariana, 534 milhões e no Sul da Ásia, 389 milhões (UNDP, 2023).

Esse quadro de desigualdade extrema revela uma das consequências negativas do modelo de desenvolvimento hoje prevalente no mundo, e reforça o debate sobre a necessidade de promover-se o desenvolvimento econômico e social no plano mundial para a redução das desigualdades e de forma compatível com a sustentabilidade, no caminho aberto com a

formulação do conceito de Desenvolvimento Sustentável de Brundtland (Brundtland, 1987)⁷ e consolidado na COP 21, realizada em Paris em 2015 com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

É grave o estado do meio ambiente hoje, em geral, com destaque para o quadro das emissões de GEE, que seguem aumentando. São apresentados no subitem 4.2, dados de emissões por setores da economia.

4.2 Emissões globais de GEE e os setores da economia

A UNEP apresenta os dados de 2023 do Emissions Gap Report que indicam os GEE predominantes e suas fontes de emissão:

- Dióxido de carbono (CO₂): representa aproximadamente 74% das emissões globais de GEE. A maior parte dessas emissões provém da queima de combustíveis fósseis e processos industriais.
- Metano (CH₄): corresponde a cerca de 17% das emissões globais de GEE. As principais fontes incluem a agricultura (especialmente a pecuária) e o manejo de resíduos.
- Óxido nitroso (N₂O): contribui com cerca de 6% das emissões globais de GEE, sendo a agricultura, através do uso de fertilizantes, a principal fonte.
- Gases fluorados (como HFCs, PFCs, SF₆): representam aproximadamente 3% das emissões, e são principalmente utilizados em processos industriais e em sistemas de refrigeração.

O conceito de CO₂ equivalente (CO₂-eq) é utilizado para expressar as emissões de diferentes gases de efeito estufa em termos de quantidade equivalente de dióxido de carbono (CO₂), considerando o Global Warming Potential (GWP)⁸. O GWP é uma medida que compara o impacto do aquecimento de 1 tonelada de um determinado gás com o impacto de 1 tonelada de CO₂ ao longo de um período de tempo específico, geralmente 100 anos.

Podem ser destacados os valores de GWP, considerando-se o período de 100 anos para os seguintes gases:

⁷ Brundtland (1987) refere-se ao relatório "Nosso Futuro Comum" (Our Common Future), elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Comissão Brundtland, em 1987. Este relatório é um marco no desenvolvimento sustentável, e é onde foi popularizada a definição mais amplamente aceita de desenvolvimento sustentável:

"Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades".

⁸ Em português, potencial de aquecimento global de gás.

- Metano (CH₄): GWP 28-36
- Óxido Nitroso (N₂O): 298
- Gases Fluorados como HFCs, PFCs, SF₆ HFC-134a: GWP de aproximadamente 1.430
- PFCs (perfluorcarbonos): GWP varia entre 6.500 e 9.200
- SF₆ (hexafluoreto de enxofre): GWP de aproximadamente 23.500

Esses valores de GWP são utilizados para calcular o CO₂-eq de uma determinada quantidade de emissão de um gás, multiplicando a quantidade emitida pelo GWP do gás. Por exemplo, se uma fonte emite 1 tonelada de metano, isso seria equivalente a emitir entre 28 e 36 toneladas de CO₂.

As emissões globais de GEE aumentaram 1,2% de 2021 a 2022, atingindo um novo recorde de 57,4 gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂e). Todos os setores, exceto o de transporte, voltaram a emitir (houve queda nas emissões induzida pela pandemia de COVID-19 e já excedem os níveis de 2019). As emissões de CO₂ provenientes do uso de combustíveis fósseis e dos processos industriais contribuíram esse aumento global, representando cerca de dois terços das atuais emissões de GEE. As emissões de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases fluorados (gases fluorados), que têm maior potencial de aquecimento global e representam cerca de um quarto das emissões atuais de GEE, despontaram em 2022. As Emissões de gases fluorados cresceram 5,5% seguidas por CH₄ com 1,8% e N₂O em 0,9 %.

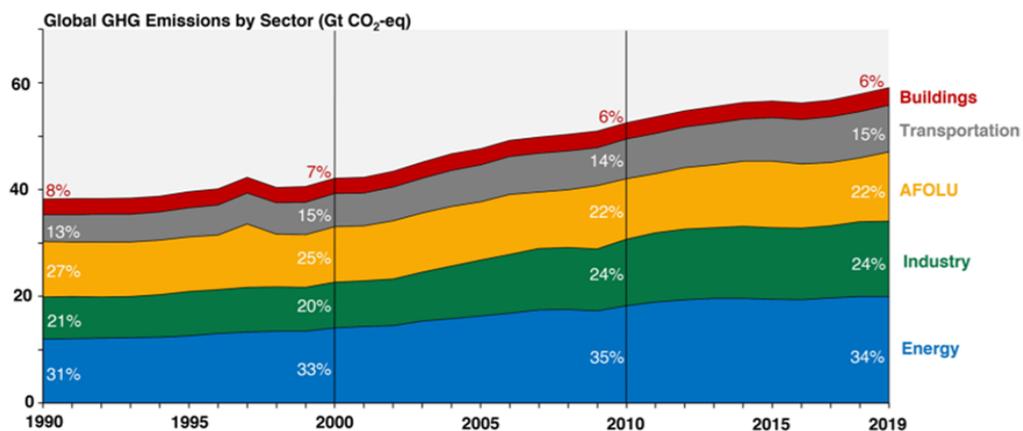
Com base nas primeiras projeções, as emissões mundiais de CO₂ relativas ao Land Use, Land-Use Change, and Forestry (LULUCF)⁹ permaneceram estáveis em 2022. As emissões e remoções LULUCF de CO₂ continuam a ter a mesma característica: o desmatamento libera o CO₂ armazenado nas árvores, e o reflorestamento atua como "sumidouro de carbono", removendo CO₂ da atmosfera. Em países como o Brasil e Indonésia, essas atividades sobressaem-se como principais fontes de emissões de GEE causados pelo desmatamento em larga escala. Globalmente, estima-se que tais atividades quando associadas, contribuam com cerca de 12 a 20% das emissões globais de GEE. Seu percentual comparado a outros setores de

⁹ Em português: Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas. Inclui agricultura e urbanização. O setor LULUCF tanto emite GEE quanto o remove da atmosfera. Práticas sustentáveis, como o manejo florestal, a restauração de ecossistemas e a agricultura regenerativa, são importantes para reduzir as emissões e aumentar a capacidade de sequestro de carbono.

emissão apresenta incertezas tanto em termos de quantidades absolutas quanto em suas tendências (UNEP, 2023; Emissions Gap Report, 2023).

Conforme os dados apresentados pela EPA, no ano de 2019 a queima de petróleo, gás natural e carvão para gerar eletricidade e aquecimento foi a responsável por 34% das emissões globais CO₂. A atividade industrial contribuiu no mesmo período por 24% dessas emissões globais, incluindo seus processos de metalurgia, produtos químicos e minerais. A EPA ressalta em seu relatório, que as emissões provenientes da utilização de eletricidade industrial foram incluídas na produção de eletricidade e aquecimento. Ainda de acordo com o relatório da EPA no ano de 2019 a agricultura, silvicultura e outros usos da terra responderam por 22% das emissões globais de Dióxido de Carbono, principalmente das atividades associadas ao agronegócio, incluindo o desmatamento. Esta estimativa não inclui o CO₂ que os ecossistemas removem da atmosfera através do sequestro de carbono (EPA, 2019). Quanto ao setor de transportes, suas emissões mundiais, de acordo com a mesma entidade, foram na ordem de 15% para aquele ano. As emissões envolveram principalmente combustíveis fósseis queimados para transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo. O setor de edificações comerciais e residenciais respondeu por 6% das emissões globais de CO₂, considerada a queima de combustíveis para aquecimento e cozimento de alimentos. A Agência observa, que se incluído o uso de eletricidade (que foram incluídos no setor energia) as emissões deste setor seriam de cerca de 16% em vez de 6%.

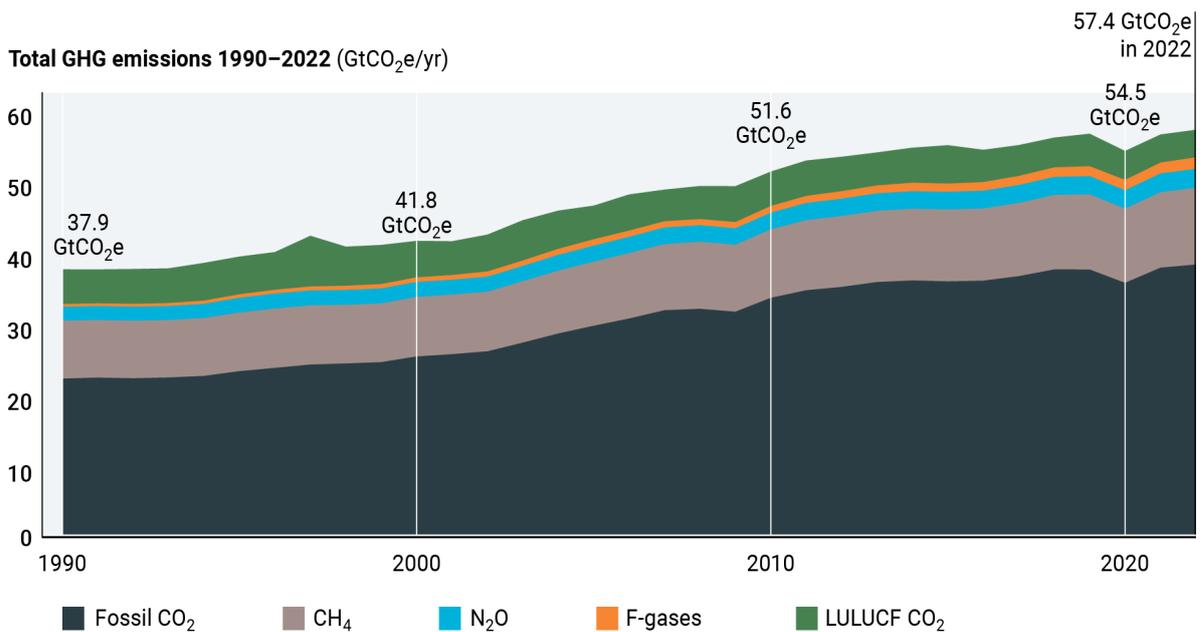
Figura 1: Percentual de emissões globais de gases de efeito estufa por setor, entre 1990 e 2019 em Gigatoneladas de CO₂ equivalente (GtCO₂-eq).



Fonte: IPCC 2022, apud EPA 2024. (Based on global emissions from 2019, details on the sectors and individual contributing sources can be found in the Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Mitigation of Climate Change, Chapter 2).

A figura 2 a seguir, apresenta a evolução das emissões totais de GEE entre os anos de 1990 e 2022. Pode-se observar que os dados apresentados, divulgados por diferentes agências, utilizam referências não padronizadas entre si, embora sinalizem uma ordem de grandeza comum.

Figura 2: Evolução de emissões de GEE entre 1990 e 2022.



Source: UNEP Emissions Gap Report 2023

Fonte: UNEP, 2023. Emissions Gap Report.

A ONU, por meio de suas agências e em alinhamento com os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*¹⁰, oferece também, dados sobre as emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE) diretas e indiretas, consolidados por setores econômicos. A distribuição percentual das emissões pode variar ligeiramente entre diferentes relatórios, que consideram os diversos gases, mas os valores indicados a seguir, e representados na figura 3 podem ser aceitos com base em dados recentes (PNUMA, 2023).

1. Energia - 73,2%

- Geração de Eletricidade e Calor (24,2%)
- Transportes (16,2%)

¹⁰Em português: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

- Indústria (21,2%)
- Edificações (10,6%)
- Outros Setores Energéticos (1,0%)

2. Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (AFOLU)¹¹ - 18,4%

- Agricultura (11,5%): Inclui fermentação entérica, manejo de estrume, cultivo de arroz, e queima de resíduos agrícolas.
- Mudança no Uso da Terra e Silvicultura (6,9%): Principalmente devido ao desmatamento e degradação florestal.

3. Processos Industriais e Uso de Produtos - 5,2%

- Produção de Cimento e Químicos: Contribui significativamente para as emissões de CO₂.
- Gases Fluorados: Utilizados em refrigeradores, espumas e outros produtos industriais.

4. Resíduos - 3,2%

- Tratamento de Resíduos Sólidos (1,9%): Emissões de metano dos aterros sanitários.
- Tratamento de Efluentes (1,3%): Emissões de metano e óxido nitroso.

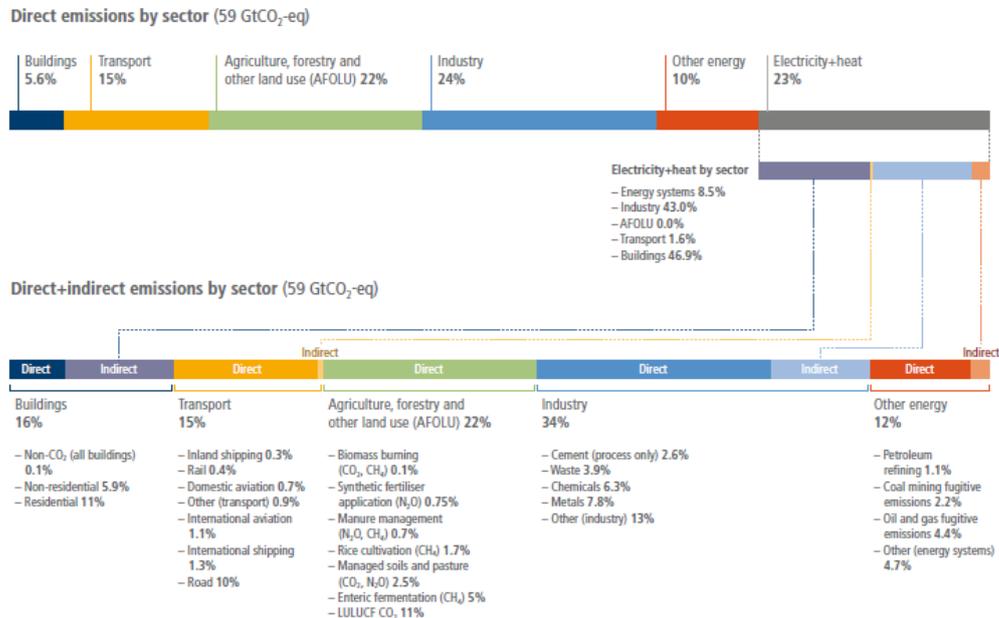
Conforme observado, esses percentuais podem variar dependendo da metodologia usada para a coleta e análise dos dados dos diferentes gases. Os dados pretendem oferecer, uma visão geral do impacto relativo de diferentes setores nas emissões globais de GEE. A ONU, suas agências especializadas e demais organizações tais como a *United Nations Environmental Program* (UNEP)¹² e a *Environmental Protection Agency* (EPA)¹³ monitoram essas emissões como parte dos esforços globais para reduzir as mudanças climáticas em curso.

¹¹ Em inglês sigla LULUCF.

¹² Programa estabelecido após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo, 1972. Objetiva coordenar as atividades ambientais das Nações Unidas e ajudar países a implementar políticas ambientais saudáveis. Atua em áreas que incluem as mudanças climáticas, manejo de ecossistemas, desastres e conflitos, governança ambiental, eficiência, produtos químicos e resíduos, avaliações ambientais. Realiza avaliações ambientais e publica relatórios como o Emissions Gap Report que analisa as emissões de GEE projetadas e os níveis de resposta necessários para alcançar as metas do Acordo de Paris. Sigla em português: PNUMA.

¹³ Principal agência governamental nos Estados Unidos responsável pela proteção da saúde humana e do meio ambiente. Criada em 1970. Implementa e faz cumprir regulamentações ambientais, conduz pesquisas científicas, e fornece informações ao público sobre questões ambientais.

Figura 3: Emissões diretas e indiretas por setores de atividades.



Fonte: Emissions Gap Report 2023. (UNEP), 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/figures/technical-summary/figure-ts-6>.

Cerca de 95% da energia de do setor de transporte mundial vem de combustíveis à base de petróleo, principalmente gasolina e diesel, contribuindo significativamente para o aquecimento global. De acordo com Organização das Nações Unidas, o setor transporte é responsável por cerca de um quarto das emissões globais de dióxido de carbono e projeta-se um aumento expressivo no uso de energia para o transporte mundial nos anos vindouros (ONU, 2024).

O atual sistema de transporte mundial, conforme apresentado, é responsável por 15% das emissões totais de GEE, percentual que vem aumentando ao longo dos anos. Em 2019, 71% das emissões relacionadas ao transporte, vieram do modal rodoviário, com o restante dividido principalmente entre transporte marítimo e aéreo e uma pequena parcela de trens e outras fontes (WRI Brasil, 2023).

O transporte aéreo responde por cerca de 2% das emissões globais de gases de efeito estufa (WRI, 2023). No Brasil, o transporte de cargas se tornou um dos principais contribuidores para as emissões de CO₂. O modal rodoviário brasileiro sozinho é responsável por 94% das emissões do transporte de carga (SEEG, 2023).

4.3 A frota mercante mundial

Com objetivo de contextualizar o setor de transporte marítimo, para melhor compreensão desse estudo e sua abrangência, serão apresentados aspectos da marinha mercante, das cargas transportadas, tipos de navios, dados quantitativos da frota mundial em atividade e de armadores-controladores internacionais. O item subsequente, nesse capítulo, introduzirá aspectos da navegação de cabotagem no Brasil.

A marinha mercante mundial é formada por seus navios e seus tripulantes. O comandante e a tripulação de um navio embarcam a carga comercializada no mercado mundial, e como fiéis depositários da mercadoria, devem zelar pela sua integridade e segurança assim como têm a obrigação formal de entregá-la no porto de destino, ao destinatário legal.

A mercadoria a ser transportada poderá ser recebida a bordo de diversas formas, conforme o navio empregado. Poderá estar na forma de granel sólido ou líquido; em contêineres padronizados ou frigorificada. Há cargas especiais, classificadas como perigosas que exigem armazenagem diferenciada e cargas de projeto - turbinas, estruturas metálicas, grandes máquinas industriais, plataformas de petróleo e outras de grande porte ou peso elevado. Destacam-se ainda, as cargas conhecidas como *roll-on/roll-off* (automóveis, caminhões, ônibus, máquinas agrícolas, tratores e outros equipamentos industriais sobre rodas) e a tradicional carga geral que compreende sacarias de café, fardos de algodão, caixas, barris, bobinas de aço ou papel, paletizadas ou embaladas. Além do transporte de cargas, destaca-se também o segmento de embarcações de apoio técnico e logístico empregadas no apoio à prospecção, exploração e produção de petróleo no mar.

Para atender a demanda comercial de mercadorias, e apoiar a indústria do petróleo, a navegação mundial inclui navios dos tipos petroleiros, químicos, graneleiros, porta-contêineres, frigoríficos, gaseiros e outros especializados. Para apoio às plataformas marítimas de petróleo podem ser destacadas embarcações do tipo *Platform Supply Vessel* (PSV), *Anchor Handling Tug Supply Vessel* (AHTS), *Oil Spill Response Vessel* (OSRV), *Platform Supply Guard Vessel* (PSGV), navios de perfuração e de estimulação de poços de petróleo.

Quanto à área de navegação, a frota mercante pode ser classificada como: longo curso, empregada em viagens internacionais; cabotagem - navegação realizada entre portos situados em um mesmo país ou em áreas costeiras próximas, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores; apoio marítimo - atua na logística local das plataformas de petróleo; apoio portuário - atende exclusivamente aos terminais e portos de uma região; interior -

realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional, conforme estabelecido na Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário, (Lei brasileira nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997).

A frota mundial de navios é composta por embarcações que atuam no comércio internacional e de cabotagem, que inclui as empregadas no apoio marítimo (Handbook, 2024). Em Janeiro de 2023, a frota mercante global era de aproximadamente 105.500 navios com pelo menos 100 toneladas brutas (GT), dos quais 56.500 eram acima de 1.000 GT. Navios Petroleiros, graneleiros e porta-contêineres juntos representaram cerca de 85% da capacidade total da frota mundial.

A capacidade total de transporte da frota mundial atingiu 2,3 bilhões de toneladas de porte bruto (DWT) em janeiro de 2023, um aumento de 70 milhões de DWT em relação ao ano anterior. A construção de navios predominante ocorre em estaleiros na China, Coreia do Sul e Japão que entregaram juntos cerca de 93% da tonelagem bruta construída em 2022. No mesmo período, a reciclagem de navios ocorreu predominantemente na Índia, Bangladesh e Paquistão (UNCTAD¹⁴ Handbook, 2024).

O segmento de navios porta-contêineres em particular, está em expansão e espera-se que exceda a marca de 30 milhões de TEU¹⁵ (*Twenty-Foot Equivalent Unit*) em 2024. Isso se deve a uma onda de novos porta-contêineres que entraram em operação, com um aumento de 8% na capacidade em 2023, resultando na entrega de 350 novos navios porta-contêineres, representando um recorde de 2,2 milhões de TEU. A expectativa é que 478 novos porta-contêineres sejam entregues em 2024, adicionando 3,1 milhões de TEU à capacidade total (Marine Insight, 2024).

A maior parte da frota mundial é controlada por empresas situadas na Ásia. Percentualmente, armadores proprietários europeus, correspondem a 38% do quantitativo global; norte-americanos, 5%; Grécia, China e Japão juntos são os principais países proprietários de navios, representando 53% da tonelagem total da frota (UNCTAD Handbook, 2024). De acordo com o *handbook statistics 2023* da UNCTAD, no início de 2023, armadores gregos e japoneses, respectivamente, mantinham 87% e 84% da tonelagem de sua frota registrada em outros países, utilizando-se das denominadas “bandeiras de conveniência” (BDC). Essa prática, adotada também por outros armadores, tem a finalidade de reduzir

¹⁴ Organização da ONU dedicada a promover o comércio internacional, o desenvolvimento sustentável e a integração dos países em desenvolvimento na economia global.

¹⁵ Termo utilizado internacionalmente para se referir a um container de 20 pés.

impostos, salários de tripulantes, direitos trabalhistas, sociais, e também diminuir os níveis de fiscalização nos navios, imposta por países mais rigorosos no cumprimento da regulação das atividades marítimas. Navios registrados em BDC, cumprem minimamente as exigências e orientações da Organização Marítima Internacional e da Organização Internacional do Trabalho (OIT) (Stein, 2015).

Observamos que nações como o Brasil, Dinamarca, França, e Noruega, implementaram como alternativa ao uso de BDC, o “segundo registro de navios”, que oferece a seus armadores nacionais isenções de taxas e impostos, e outras flexibilizações semelhantes às praticados pelos países que oferecem BDC, porém mantendo os navios vinculados ao país e sob sua bandeira, sendo fiscalizados de acordo com as normas e exigências de proteção ambiental e de segurança estabelecidas em âmbito mundial. No Brasil, o segundo registro, é regulado por lei e denomina-se “Registro Especial Brasileiro”.

Ressalta-se que a Federação Internacional do Trabalho (ITF) não é favorável à prática da utilização de BDC pelos armadores. Entre os países que mais oferecem bandeiras de conveniência destacam-se países pobres ou subdesenvolvidos. Nesse contexto, podemos incluir a Libéria e o Panamá.

Tabela 1: Frota Mundial de Navios Mercantes (2023).

Tipo de Navio	Quantidade de Navios	Tonelagem Bruta (GT)
Petroleiros	12.034	622 milhões
Graneleiros	14.221	469 milhões
Navios Porta-Contêineres	5.253	285 milhões
Navios de Carga Geral	17.556	118 milhões
Outros	56.436	458 milhões
Total	105.500	1.952 milhões

Fonte: UNCTAD (2023).

4.4 A Navegação de Cabotagem Brasileira

A Lei nº 9.432/1997, que dispõe sobre o tráfego aquaviário no Brasil, estabelece que as empresas de navegação que operam na cabotagem nacional, devem utilizar preferencialmente navios de bandeira brasileira para o transporte de cargas. A utilização de navios estrangeiros só deve ser permitida para situações excepcionais, tais como serviços para onde não haja embarcação adequada no Brasil ou na falta de disponibilidade de embarcação nacional para atender à eventual demanda e sob autorização da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Essa determinação pretende também promover o desenvolvimento da indústria naval no país, a segurança e a soberania no transporte marítimo interno e proteger os interesses econômicos brasileiros.

Além da obrigação de utilizar navios de bandeira brasileira, a lei 9432/97 impõe obrigações às empresas de navegação que operam na cabotagem nacional. Dentre essas obrigações, podem ser destacadas:

- 1- Registro e autorização: As empresas de navegação devem ser constituídas sob as leis brasileiras, ter sede e administração no Brasil, e possuírem registro na Autoridade Marítima e na ANTAQ.
- 2- Manutenção da frota: As empresas devem manter suas embarcações em condições seguras de operação e cumprir todas as normas técnicas e de segurança exigidas pela legislação brasileira, incluindo a manutenção regular e inspeções periódicas. São exigências para garantir a disponibilidade e operacionalidade contínua na cabotagem.
- 3- A contratação de tripulação brasileira: Devem ser brasileiros o comandante, o chefe de máquinas e mais dois terços da tripulação. Essa obrigação visa à promoção da empregabilidade e da capacitação de profissionais nacionais, contribuindo para o desenvolvimento da marinha mercante brasileira.
- 4 - O cumprimento das normas trabalhistas, de segurança e ambientais nacionais.
- 5 - Prioridade ao transporte de carga nacional: As empresas de navegação que operam na cabotagem devem priorizar o transporte de cargas produzidas ou destinadas ao território nacional, promovendo o desenvolvimento econômico interno e a integração do mercado doméstico.

O descumprimento dessas obrigações pode resultar em sanções administrativas, multas e, em casos graves, a suspensão ou cancelamento da autorização para operar na cabotagem, conforme as disposições da lei e regulamentos complementares da ANTAQ. Essas medidas visam a assegurar que o uso de navios de bandeira brasileira na cabotagem seja efetivo, seguro e benéfico para o desenvolvimento econômico e social do país.

Podemos ressaltar ainda, que as exigências da bandeira brasileira na cabotagem nacional, não é exclusividade do Brasil. Essa política é aplicada também em outros países com maior rigor ainda, como é o caso dos Estados Unidos, onde a cabotagem é regida principalmente pelo *Jones Act*¹⁶ que restringe o transporte de mercadorias em sua cabotagem para navios de bandeira americana, construídos e reparados nos Estados Unidos, tripulados por cidadãos predominantemente americanos ou residentes permanentes no país. Para que um navio seja elegível para operar na cabotagem sob o Jones Act, ele deve ser de propriedade de cidadão norte americano ou de uma empresa constituída nos Estados Unidos e controlada majoritariamente por cidadãos americanos (pelo menos 75% do capital votante deve ser de propriedade de americanos).

O Brasil possui uma costa de cerca de 7.500 km. A movimentação dos portos, incluindo a navegação internacional e de cabotagem, desempenha um papel vital na economia brasileira, sendo responsável pelo escoamento de grande parte da produção nacional, tanto para o mercado externo quanto para o interno.

O Brasil possui ainda, uma rede portuária diversificada, que inclui portos marítimos, fluviais e lacustres. Entre os principais portos destacam-se o Porto de Santos (maior da América Latina), o Porto de Paranaguá (especializado em exportação de grãos), e o Porto de Itaguaí, que movimenta principalmente minérios (Brasil, 2023).

No ano de 2019, a movimentação de carga na cabotagem nacional, foi de 172.330.761 toneladas (t). Em 2023, este número aumentou para 213.182.307t (ANTAQ, 2024).

A tabela 2 apresenta o total anual de carga transportada entre 2019 e 2023 e a figura 06 discrimina a quantidade transportada por perfil de carga em movimentada em 2023 na cabotagem nacional.

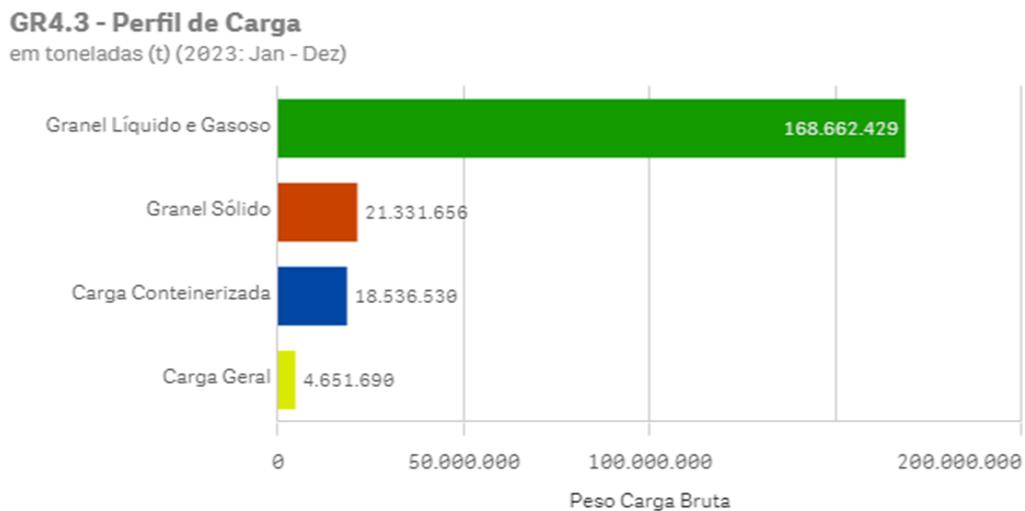
Tabela 2: Quantidade de carga transportada na cabotagem brasileira entre 2019 e 2023 e seu respectivo percentual de aumento anual.

¹⁶ Conhecido como Merchant Marine Act of 1920, é uma lei federal dos Estados Unidos que regula o comércio marítimo e a navegação cabotagem no país. Seu principal objetivo é proteger e promover a indústria marítima doméstica dos EUA, garantir a segurança nacional e assegurar o desenvolvimento de sua marinha mercante.

Ano	Total de Carga Transportada na Cabotagem (Toneladas)	Aumento anual
2019	172.330.761	-
2020	195.166.340	13.25%
2021	200.198.308	2.58%
2022	205.553.703	2.68%
2023	213.182.305	3.71%
Total	986.431.417	23.71%

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com o Estatístico Aquaviário- ANTAQ, 2024.

Figura 4: Perfil da carga em toneladas transportada na cabotagem em 2023.



Fonte: Estatístico Aquaviário - ANTAQ.

Fonte: Estatístico Aquaviário – ANTAQ 2024.

Dentre as principais empresas de navegação registradas no Brasil, podemos destacar a Transpetro e demais empresas que integram a Associação Brasileira dos Armadores da

Cabotagem (ABAC). A tabela 3 apresenta as principais empresas, seus navios, a bandeira e a condição de afretados ou próprios.

Tabela 3: Navios associados à ABAC e navios da Transpetro na cabotagem.

Empresa	Número de Embarcações	Tipo	Afretados/Próprios
Aliança Navegação e Logística (Maersk)	10	Porta Contêiner	6 Afretados, 4 Próprios
Companhia de Navegação Norsul	34	32 Graneleiros, 02 Empurradores	31 Afretados, 3 Próprios
Elcano S.A.	10	04 Graneleiros, 04 Químicos, 02 Gaseiros	4 Afretados, 6 Próprios
Hidroviás do Brasil – Cabotagem Ltda.	3	Graneleiros	Próprios
Lyra Navegação Marítima Ltda.	6	Graneleiros	5 Afretados, 1 Próprio
Mercosul Line Navegação e Logística Ltda	5	Porta Contêiner	2 Afretados, 3 Próprios
Norsul Cargo Navegação S/A	10	Graneleiros	9 Afretados, 1 Próprio
Tranship Transportes Marítimos LTDA	39	24 Rebocadores/empurradores oceânicos, 05 de Carga geral, 04 Balsas, 02 Supply vessels, 02 Barcaças, 02 Batelões	2 Afretados, 37 Próprios
Log-In Logística Intermodal S.A.	13	06 Porta Contêiner e 07 Graneleiros	7 Afretados, 6 Próprios
Flumar Transp. de Químicos e Gases Ltda	6	Químicos	Afretados
Transpetro (obs:cabotagem e longo- curso)	33	27 Petroleiros, 06 Gaseiros	05 Afretados, 28 Próprios

Fonte: Elaboração do autor com dados da Associação Brasileira dos Armadores da Cabotagem e Transpetro, 2024.

A navegação de longo curso é aquela que ocorre entre os diversos portos internacionais. As commodities agrícolas (soja, milho, açúcar) e minerais (ferro, bauxita), são escoadas através dos portos. A navegação de cabotagem é o transporte marítimo realizado entre portos situados

no território brasileiro, sendo esse transporte uma alternativa ao transporte rodoviário. A cabotagem no Brasil reduz os custos logísticos, diminui a sobrecarga nas rodovias e reduz as emissões de gases poluentes além de reduzir os acidentes rodoviários (Souza, 2019).

Nos portos brasileiros, a movimentação continua a crescer. No primeiro semestre de 2024, os portos brasileiros movimentaram um total de 644,76 milhões de toneladas de cargas, um aumento de 4,28% em relação ao mesmo período de 2023. Esse crescimento ocorreu principalmente devido à movimentação de cargas containerizadas e pelo transporte de granéis sólidos, que representam grande parte das operações portuárias do país. Especificamente as cargas containerizadas cresceram 22,72%, atingindo 73,3 milhões de toneladas (ANTAQ, 2024).

4.5 Alternativas para a redução das emissões de GEE dos navios

O transporte marítimo, sendo responsável por 80% do volume do comércio mundial e por movimentar aproximadamente 70% do seu valor total, tem contribuição relevante para as emissões globais (UNCTAD, 2023). Esses dados destacam a importância da navegação marítima, a espinha dorsal do comércio internacional, sendo a forma mais eficiente e econômica de transportar mercadorias em grande escala ao redor do mundo.

Um único navio cargueiro, como um porta-contentor de 8.000 TEU, chega a consumir cerca de 100 a 150 toneladas/dia de óleo, enquanto um maior, de aproximadamente 22.000 TEU pode consumir cerca de 300 toneladas/dia considerando fatores tais como seu porte, tipo de combustível utilizado, velocidade de cruzeiro (Aproximadamente 18-23 Nós ¹⁷), condições climáticas e a eficiência dos motores¹⁸.

As emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) atribuídas ao setor marítimo representam uma parcela significativa das emissões totais, com impactos substanciais no aquecimento global. De acordo com Forster *et al.* (2023), a navegação marítima é responsável por aproximadamente 3% das emissões globais de CO₂, o que equivale a um volume comparável às emissões de grandes países. Esta contribuição é resultante da queima de combustíveis fósseis, especialmente o óleo pesado utilizado em muitos navios. Essas emissões

¹⁷ O Nó (*Knot em inglês*) é uma unidade de medida de velocidade usada na navegação marítima e aérea. Um nó é igual a 01 Milha Náutica por hora.

¹⁸ Quando comparado à totalidade de carga transportada, pela distância navegada, o consumo torna-se mais eficiente do que os outros modais de transporte.

contribuem para o aquecimento global e afetam o clima marinho, evidenciando a necessidade urgente de estratégias de mitigação específicas para o setor.

Além das emissões de CO₂, os navios também são responsáveis por liberar outros poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio (NO_x) e de enxofre (SO_x), que têm efeitos diretos sobre a qualidade do ar e a saúde pública. Segundo a EPA a emissão de NO_x e SO_x pelos navios contribui significativamente para a formação de partículas finas e ozônio troposférico, exacerbando problemas de saúde respiratória e cardiovascular em áreas costeiras e portuárias. Estes poluentes também têm implicações adversas para a acidificação dos oceanos, afetando ecossistemas marinhos e a biodiversidade.

Os navios geram diversos impactos negativos ao meio ambiente. Entre os principais impactos produzidos ao longo de sua vida útil, podem ser destacadas invasões de espécies exóticas que desequilibram os ecossistemas costeiros através da água de lastro (necessária para manter as condições de navegabilidade e estabilidade segura dos navios), incrustações no casco dos navios, que transferem animais e plantas de uma região oceânica para outra, a contaminação do meio ambiente marinho por derrame de óleo em operações de *bunkering* (abastecimento de combustível) ou em acidentes, por substâncias líquidas nocivas, descarte de lixo, de esgoto e uso de tintas usadas para revestimento do casco que contém chumbo e outras substâncias contaminantes das águas e as emissões gasosas. Os motores marítimos de médio e grande porte usam óleo combustível – MDO – gerando CO₂, CO, Enxofre (S) e outros gases, além de material particulado.

A comunidade internacional tem se mobilizado para estabelecer regulamentações mais rigorosas e promover práticas mais sustentáveis no setor marítimo. Dentre as ações propostas e executadas, pode-se destacar a atuação da Organização Marítima Internacional (IMO) tem desenvolvido estratégias para reduzir a poluição marinha e as emissões de GEE, promovendo o uso de tecnologias mais limpas (International Maritime Organization, 2018). Estudos recentes, como o de *Blachier* (2024), destacam a necessidade de uma transição rápida para combustíveis alternativos e a implementação de tecnologias de captura e armazenamento de carbono. A colaboração entre governos, empresas e organizações internacionais será crucial para alcançar as metas de redução de emissões e garantir um futuro mais sustentável para o transporte marítimo global.

As principais alternativas para a redução das emissões dos navios são:

1- A redução da velocidade. O volume de emissões é diretamente proporcional à velocidade dos navios. Essa alternativa é de fácil implementação, mas gera oposições e resistências por

parte dos armadores – as empresas transportadoras – uma vez que, para a maioria dos trades (o transporte de um tipo de produto), a rapidez da entrega da carga é fator de competitividade dos clientes, seja no caso de produtos finais ou de insumos para as cadeias produtivas nacionais e internacionais e, para os armadores, viagens mais demoradas significariam menos viagens e menos ganhos. A medida levaria, também, ao aumento do valor dos fretes. A implementação dessa medida seria mais realizável nos casos de encomendas especiais, como equipamentos de grande porte, com frete mais elevados, ou como resultado de acordos internacionais sobre a questão ambiental, com a devida previsão de compensações para armadores e clientes. 2- A segunda alternativa é o uso de combustíveis alternativos. Nesse rol estão o álcool, o hidrogênio, a amônia, o gás natural liquefeito e a energia nuclear, apresentados a seguir:

O álcool é uma fonte renovável e gera menos emissões, mas tem, como fator negativo, o maior volume necessário para percorrer a mesma distância em comparação com o óleo. Essa tecnologia está sendo testada em muitos centros de pesquisa. O metanol como combustível é um álcool leve, versátil, incolor e inflamável que pode ser produzido a partir de uma variedade de fontes, incluindo gás natural, biomassa e dióxido de carbono. Apesar do dióxido de carbono emitido o transporte de metanol é uma opção viável para atingir emissões líquidas zero no ciclo de vida de carbono se o metanol for produzido usando biomassa ou hidrogênio e dióxido de carbono de origem renovável. É considerado de baixo custo e com grande densidade de energia.

O Hidrogênio (H₂) é umas das fontes renováveis mais promissoras, é seguro, de fácil obtenção e de uso barato. Há embarcações experimentais movidas a hidrogênio em uso e pesquisas em andamento. O hidrogênio verde, produzido por eletrólise alimentada por energia renovável, pode ser a chave para a sustentabilidade, quando usado em células de combustível, gera eletricidade apenas com vapor d'água como subproduto, eliminando poluentes nocivos.

A baixa densidade de energia do hidrogênio em comparação com os combustíveis convencionais exige tanques de armazenamento maiores, afetando o projeto do navio e a capacidade de carga. Além disso, a tecnologia é incipiente, com infraestrutura para produção, distribuição e abastecimento ainda em seus estágios iniciais. A pesquisa se concentra na melhoria dos métodos de armazenamento e no desenvolvimento de mecanismos eficientes.

Embora o hidrogênio puro possa ter dificuldades com viagens de longa distância, ele pode ser adequado para transporte marítimo de curta distância ou alimentação de equipamentos portuários. Além disso, derivados de hidrogênio como a amônia, com maior densidade de energia, também estão sendo explorados.

Amônia surgiu como uma opção potencial de baixa emissão de carbono, sendo praticamente livre de emissões de óxido de enxofre (SOx) e material particulado contribui para uma qualidade do ar mais limpo. Quando produzida com energia renovável, a amônia pode alcançar uma redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de até 90% no ciclo de vida em comparação com os combustíveis fósseis tradicionais o que o torna uma opção viável para atingir a meta da Organização Marítima Internacional (IMO) de reduzir as emissões de GEE em pelo menos 50% até 2050 (Lloyd Register, 2024). Os desafios de infraestrutura, armazenamento e abastecimento e seu manuseio requer equipamentos e instalações especializados que ainda são limitados na indústria naval.

Gás natural liquefeito (GNL). Está sendo cada vez mais adotado como combustível no transporte marítimo em virtude de seu potencial de reduzir significativamente as emissões, tornando-o uma opção mais ecológica em comparação com os combustíveis marítimos tradicionais. A indústria marítima está explorando o GNL e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) como parte de sua estratégia para avançar em direção a operações mais ecológicas e sustentáveis.

O uso de GNL como combustível marítimo oferece vários benefícios. A combustão de GNL produz níveis mais baixos de óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx), material particulado e dióxido de carbono (CO₂) em comparação com o óleo combustível pesado. O GNL atende aos padrões de emissão estabelecidos pela IMO, incluindo o limite global de enxofre e os requisitos das Emissions Control Areas (ECA)¹⁹. O GNL tem um alto teor de energia por unidade de volume, o que pode levar a uma maior eficiência de combustível e viagens mais longas entre os reabastecimentos.

O GNL serve portanto, como um potencial combustível de transição. Os avanços no bio-GNL e no GNL sintético podem se alinhar com a estratégia de redução de gases de efeito estufa de longo prazo da IMO. O desenvolvimento da infraestrutura necessária seu uso está se expandindo, buscando oferecer maior acessibilidade para os navios reabastecerem nos principais portos do mundo. Além disso, os projetos de navios e as tecnologias de motores estão evoluindo para o receber, considerando seu armazenamento, segurança e manuseio de GNL criogênico. O investimento inicial em navios que usem esse combustível e a adaptação de embarcações existentes também podem ser um fator significativo a ser considerado. O GLP se

¹⁹ Zonas geográficas onde são aplicadas regulamentações mais rigorosas para limitar as emissões de poluentes provenientes de embarcações marítimas. Essas áreas foram estabelecidas pela Organização Marítima Internacional (IMO) como parte do Anexo VI da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 73/78). Em português: Áreas de Controle de Emissões.

destaca por suas menores emissões de gases de efeito estufa e quase eliminação das emissões de enxofre em comparação com os combustíveis marítimos convencionais.

Biocombustíveis. O setor marítimo está explorando uma ampla variedade de biocombustíveis, incluindo ésteres metílicos de ácidos graxos, óleos vegetais hidro tratados, produtos de biomassa para líquido, glicerol e produtos de óleo vegetal puros. Esses biocombustíveis podem ser usados em concentrações de até 100% ou como componentes de mistura em outros produtos. São considerados tecnologicamente prontos para uso no transporte marítimo, pois podem ser usados como misturas com pequenas modificações nos motores, máquinas e sistemas de armazenamento ora existentes. Isso simplifica a transição dos combustíveis de derivados fósseis existentes. No entanto, os biocombustíveis também geraram polêmica, com questões levantadas sobre seus impactos na sustentabilidade e se estarão disponíveis em quantidades suficientes para atender às necessidades dos diferentes setores.

Biodiesel. Merece destaque o biodiesel, que é produzido, principalmente, a partir de fontes vegetais, como os óleos de girassol, soja, canola, mamona e algodão. É de fonte renovável, biodegradável e pode ser usado como combustível para motores em geral, integralmente ou misturado ao óleo combustível, no caso dos motores marítimos, tendo como efeito a redução das emissões. Conforme estudo da empresa Bunker One, em conjunto com a UFRN, o uso de biodiesel – o B7, no caso – é perfeitamente viável para ser usado em navios, misturado ao bunker combustível dos navios, reforçando o processo de descarbonização do setor, em até 7%. O estudo constata a viabilidade da garantia da oferta imediata de B7, uma vez que há capacidade ociosa das plantas de biodiesel brasileiras de cerca de 50%.

Energia nuclear. Está emergindo como uma possibilidade para a indústrias marítima e offshore, que pode oferecer uma redução significativa nas emissões de gases de efeito estufa em comparação com os combustíveis tradicionais. A energia nuclear se destaca por sua densidade de energia incomparável, milhões de vezes maior que a dos combustíveis convencionais e tem capacidade de operar sem emitir SO_x, NO_x, CO₂ ou partículas. É uma tecnologia com um histórico de segurança em aplicações navais que agora está se prontificando ao transporte comercial, principalmente para viagens em alto mar (Lloyd Register, 2024). Os navios podem operar por longos períodos sem reabastecimento devido à alta densidade de energia do combustível nuclear. Além disso, as plataformas offshore podem utilizar pequenos reatores modulares para gerar eletricidade limpa para vários fins, incluindo suas operações, produção de hidrogênio para combustível ou até mesmo fornecimento de energia para comunidades costeiras. São possibilidades em estudo. Embora as preocupações e

regulamentações de segurança sejam obstáculos significativos, a pesquisa e o desenvolvimento estão considerando o uso mais generalizado essa tecnologia para uso em navios comerciais.

Um quarto eixo de ações para a redução consiste em melhorias no desempenho dos navios, cobrindo mudanças na forma do casco, para a redução da resistência ao avanço, o redesenho de hélices e melhorias no desempenho dos motores. O uso de filtros é uma alternativa que se soma à demais. Outras medidas são o uso combinado da energia solar e, quando possível, o uso de velas.

Pode-se salientar, ainda, que o transporte marítimo, considerando-se a distância em milhas navegadas e a quantidade de carga transportada, e mesmo com a utilização de óleo como combustível, é mais eficiente energeticamente do que os modos de transportes aéreo, ferroviário e rodoviário.

5. COMPROMISSOS E AÇÕES DA COMUNIDADE INTERNACIONAL PARA EVITAR AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CURSO E AGENDA 2030

As Nações Unidas vêm desenvolvendo ações²⁰ de planejamento e esforços junto à comunidade internacional a fim de fazer frente às mudanças climáticas ora em curso. Iniciativas importantes para o enfrentamento da crise ambiental, com destaque para o aquecimento global, vêm sendo tomadas, também, por países, blocos político-econômicos, com destaque para a União Europeia, associações empresarias, organizações não-governamentais e movimentos sociais diversos.

Desde a realização, em 1972, da I Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo, a ONU tem apresentado iniciativas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os impactos das mudanças climáticas (ONU, 2023). Um grande salto de qualidade nessa intervenção foi dado com a criação da *United Nations Framework Convention on Climate Change*²¹ (UNFCCC) em 1992, como um dos principais produtos da Conferência da ONU para o meio ambiente, ocorrida no Rio de Janeiro, em 1992, a Eco-92 ou Rio-92, que passou a reunir suas partes constituintes anualmente, nas Conferências das Partes – COP – a partir de 1995, na COP 1, ocorrida em Berlim.

Ao mesmo tempo, a Organização das Nações Unidas vem atuando simultaneamente para reduzir as desigualdades sociais e erradicar a pobreza, por perceber que estes fatores (pobreza extrema, situações de vulnerabilidade e falta de inclusão social) estão diretamente ligados à crise climática (PNUD, 2022). A criação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), na COP 21, realizada em Paris, em 2015, iniciou um programa mais ordenado internacionalmente para despertar o olhar dos países desenvolvidos e motivá-los na ajuda aos povos e países que ainda não tinham suas necessidades humanas básicas atendidas, através de forma holística (ONU, 2022). Conforme afirma a ONU, os desafios devem ser enfrentados com empatia por toda a sociedade, principalmente pelos países ricos, assim como os desafios agora propostos pela natureza, através das mudanças climáticas, devem ser enfrentados e solucionados por pobres e ricos, para o bem comum.

Na COP 21 foi apresentada a Agenda 2030 - Agenda de Desenvolvimento Sustentável, baseada no entendimento crescente de seus Estados-Membros de que sem um modelo abrangente de desenvolvimento sustentável mundial, que promovesse uma produção

²⁰Iniciativas tomadas pela ONU ao longo dos anos: Programa da ONU para o Meio Ambiente (UNEP) – 1972; Rio 92- 1992; Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) - 1992; Protocolo de Kyoto – 1997; Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)-1998; Fundo Verde para o Clima (GCF) – 2010; Coalizão para o Clima e o Ar Limpo (CCAC) – 2012; Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – 2015; Acordo de Paris – 2015; COP 28 - 2023

²¹ Em português: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima.

econômica, ambiental e social sustentáveis as gerações futuras sofreriam consequências sociais e ambientais severas. Essa Agenda, reafirmava os compromissos de redução da pobreza em âmbito mundial, sendo uma evolução dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas, e marca um compromisso global para promover o desenvolvimento sustentável, reconhecendo a importante ligação entre as questões econômicas, sociais e ambientais para a humanidade (Carpentier; Braun, 2020).

A Agenda 2030 foi adotada por mais de 192 países, entrando em vigor em 1º de janeiro de 2016 (Maties, 2016). A Agenda não apenas destaca a importância da ação governamental, mas também envolve o setor privado, a sociedade civil e outras partes interessadas no cumprimento dos ODS (Frey; Sabbatino, 2018). A COP 21, realizada em Paris, em 2015, resultou no denominado Acordo de Paris, que estabeleceu metas internacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (Saner; Yiu; Kingombe, 2019). Os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável integram as questões econômicas, sociais e ambientais da atualidade (Lucena, 2020).

Dentre os objetivos listados pela agenda 2030, alguns destaques são:

1. **Energia Limpa e Acessível:** que garanta o acesso à uma energia, confiável, sustentável e moderna para todos;
2. **Indústria, Inovação e Infraestrutura:** Promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
3. **Cidades e Comunidades Sustentáveis:** Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
4. **Consumo e Produção Responsáveis:** Assegurar padrões de consumo e de produção sustentáveis;
5. **Ação Contra a Mudança Global do Clima:** Adotar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos negativos para a humanidade;
6. **Parcerias e Meios de Implementação:** Revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

As mudanças climáticas começaram, progressivamente, a causar mais impactos econômicos e sociais, tais como o derretimento das calotas polares, o aumento do nível global do mar, e eventos cataclísmicos atmosféricos e oceanográficos, demonstrando que nenhum país do planeta, desenvolvido ou não, estaria a salvo dos efeitos negativos de mudanças climáticas impactantes (Hansen, 2023).

5.1 O acordo de Paris: ações propostas e o Balanço dos Resultados da COP 21 e o Relatório da COP 28

O Acordo de Paris é uma resposta global às ameaças oferecidas à espécie humana pelas alterações climáticas. Estabelece uma meta a ser atendida neste século: que o aumento da temperatura global fique abaixo de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais, devendo ser preferencialmente esse valor, o mais próximo possível de 1,5 graus Celsius (Lucena, 2020).

O acordo previa o incremento das ações dos países signatários para lidar com os impactos provocados por tais mudanças e para que fossem atendidos seus objetivos deveriam ser promovidas, financiadas e implementadas novas tecnologias e políticas integradas que readequassem os processos de produção mundial para frear o processo de aquecimento em curso naquele momento (Lucena, 2020). O acordo de Paris, adotado por 196 países na COP 21, tem como objetivo principal fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas reforça também a importância da transparência nas informações transmitidas pelas partes envolvidos (UNFCCC, 2024).

Em dezembro de 2023, na 28ª Conferência das Partes (COP 28) realizada em Dubai, apresentou-se o balanço global dos resultados das ações e compromissos assumidos em 2015 na (COP 21). O relatório do balanço apontou a urgência de ações mais objetivas e robustas para a redução efetiva das emissões de gases de efeito estufa e do uso dos combustíveis fósseis.

Este resultado enfatizou também o relatório a urgência para a readequação dos sistemas atuais de produção de alimentos e solicita às nações desenvolvidas a efetivação dos financiamentos prometidos em 2015, e a promoção de ajuda para que os países em desenvolvimento ou mais pobres possam implementar a esperada transição de seus modelos econômicos deficientes para modelos eficientes e sustentáveis, inclusivos e menos poluentes através de ações que extingam definitivamente as condições de desigualdade na população mundial, atuem decididamente na prevenção de inundações, secas e outros eventos climáticos extremos, incrementando a proteção necessária ao meio ambiente e promovendo a redução de emissões gasosas que contribuem para as mudanças climáticas (Forster *et al.*, 2023).

O relatório apresentado em 2023, por ocasião da COP 28, mostrou o quadro atual das emissões de gases de efeito estufa e o progresso em direção às metas estabelecidas pelo Acordo de Paris. O documento delatório apontou, que o aquecimento induzido pelas ações antrópico-sociais atingiu 1,26°C acima dos níveis pré-industriais em 2022 e apresenta uma taxa de

aumento por década de mais de 0,2°C e mostra que este aumento está sendo provocado por emissões de gases de efeito estufa em níveis recordes, totalizando $54 \pm 5,3$ GtCO_{2e} (Giga tonelada de CO₂ equivalente) na última década (Forster *et al.*, 2023).

Observa-se a necessidade premente para que sejam intensificados os esforços internacionais das autoridades para conter o aumento dessas emissões. As emissões em níveis recordes indicam que as políticas e medidas implementadas até agora não estão sendo suficientes. O Relatório do balanço global de Dubai ressalta, ainda, que a falta de financiamentos suficientes para os países não desenvolvidos, não lhes permite implementar mudanças significativas para colaborar com a diminuição eficiente de suas emissões gasosas, por não conseguirem por si só, promoverem suas transições para uma economia baixo carbono (UNFCCC, 2024). O Relatório de Emissões de Gases do Programa das Nações Unidas para o meio ambiente oferecido na COP 28 revela que, não obstante o progresso obtido desde o acordo, a meta prevista ainda estaria longe de ser alcançada (UNFCCC, 2024).

5.2 Organizações Internacionais e o Meio Ambiente

Além da UNFCCC e as respectivas COP, outras organizações internacionais interferem com a questão ambiental, com destaque para o IPCC²², o Banco Mundial, que dispõe de uma carteira para o financiamento de projetos ambientais, a Organização Mundial do Comércio (OMC), que regula o comércio internacional e tem um comitê ambiental voltado para ação de prevenção de danos ambientais, a UNCTAD, a *International Organization for Standardization*²³ (ISO) e a Organização Marítima Internacional (IMO), que vêm produzindo normas para minimizar ou eliminar os danos ambientais causados por navios, blocos econômico-políticos como a União Europeia, possuem legislação e normas ambientais próprias tais como as Diretivas Europeias. Há, também, diversos tratados internacionais relacionados ao meio ambiente como o Protocolo de Montreal – para o combate às falhas na camada de Ozônio –, o Tratado do Antártica e outros.

Com este mesmo objetivo – a proteção ambiental – fazem parte do conjunto de iniciativas internacionais para o enfrentamento da degradação ambiental: os Mercados de Carbono, criados

²²O IPCC produz relatórios periódicos sobre o estado do meio ambiente, realiza estudos e propõe medidas para o enfrentamento das mudanças climáticas e outros elementos da degradação ambiental em curso.

²³ Em português: Organização Internacional para Padronização - criado em Genebra, 1947. Tem como objetivo principal aprovar normas internacionais em todas as áreas técnicas, procedimentos e processos. No Brasil, a ISO é representada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

a partir do Protocolo de Quioto, firmado em 1997, na COP 3, realizada na cidade japonesa de Kyoto ²⁴ e o Mecanismo do Desenvolvimento Limpo (MDL) , criado pela ONU em 2012 com os mesmos princípios do Protocolo.

Atualmente, há também, mercados carbono nacionais regulados pelos Estados e mercados voluntários. No Brasil, está sendo criado um mercado brasileiro, regulado, com metas de abatimento para cada setor da economia.

5.3 A Organização Marítima Internacional

A Organização Marítima Internacional é, dentre as agências especializadas das Nações Unidas (UN), a responsável pela salvaguarda da vida humana no mar, pela segurança da navegação e pela prevenção da poluição marinha e atmosférica por navios. O trabalho da IMO apoia os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (IMO, 2024).

A IMO é atualmente integrada por 176 Estados-Membros e três Membros Associados. Entre os Estados Membros, estão o Brasil, China, Dinamarca, Estados Unidos, França, Libéria, Japão, existem ainda, 66 organizações intergovernamentais que cooperam com a organização, com status de observadora, entre elas, a Organização Internacional de Polícia Criminal (INTERPOL), Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), Organização dos Estados Americanos (OEA), Acordo de Viña del Mar e 89 Organizações Não-Governamentais Internacionais com status consultivo, tais como a ISO, a Federação Internacional dos Trabalhadores em Transportes (ITF), a Câmara de Comércio Internacional (ICC), entre outros (IMO, 2024). A IMO portanto, dentro do objetivo de preservar o meio ambiente marinho, tem produzido regulamentos e empreende ações para combater os impactos ambientais causados por navios.

5.4 Ações da IMO para reduzir as emissões de navios.

As ações e metas estabelecidas pela IMO têm sido fundamentais na tentativa de mitigar as emissões de gases de efeito estufa no setor marítimo. Observa-se em sua Estratégia Inicial

²⁴O Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em 2005, estabeleceu metas de redução de emissões de CO₂ e outros gases do efeito estufa (com impactos no aquecimento global convertidos para CO₂) para os países desenvolvidos, que poderiam comprar certificados de abatimento dos países em desenvolvimento para atingir suas metas.

sobre Redução de Emissões de GEE de Navios, delineada em 2018, o objetivo de reduzir as emissões totais de gases de efeito estufa do setor em pelo menos 50% até 2050, em comparação com os níveis de 2008 (IMO, 2018). Recentemente, a IMO reforçou seu compromisso com a criação de um ambiente mais sustentável para a navegação global, destacando a importância da inovação tecnológica e da implementação de práticas operacionais mais verdes.

De acordo com o relatório da IMO (2023), a organização tem incentivado o desenvolvimento e a adoção de combustíveis alternativos e tecnologias emergentes, como a propulsão elétrica e sistemas de captura e armazenamento de carbono. A integração dessas tecnologias visa não apenas a reduzir as emissões de CO₂, mas também minimizar a emissão de poluentes atmosféricos, como óxidos de enxofre e nitrogênio, que têm impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente marinho. O avanço na pesquisa e desenvolvimento de combustíveis de baixo carbono, como o hidrogênio e os biocombustíveis, é crucial para alcançar as metas estabelecidas e promover uma transição efetiva para um transporte marítimo mais sustentável (*International Energy Agency*, 2021).

No entanto, a implementação das metas da IMO enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de investimentos substanciais em infraestrutura e tecnologia, bem como a coordenação global para a adoção uniforme das regulamentações (Blachier, 2024). Estudos recentes apontam que a eficácia das políticas da IMO dependerá fortemente do compromisso e da colaboração entre governos, indústrias e instituições de pesquisa para superar barreiras técnicas e econômicas (Forster *et al.*, 2023). A transição para um setor marítimo com baixas emissões exige uma abordagem integrada e colaborativa para assegurar que as metas de redução sejam não apenas ambiciosas, mas também alcançáveis.

5.5 A legislação internacional ambiental referente a navios

Conforme já introduzido anteriormente nessa pesquisa, a principal normalização internacional para o transporte marítimo está fulcrada na IMO. Seus principais objetivos podem ser descritos como sendo: 1- A Salvaguarda da Vida Humana no Mar; 2- A Segurança da Navegação; 3- A Proteção ao Meio Ambiente Marinho e Atmosfera (IMO, 2024). Tendo sido criada através de uma Convenção adotada sob os auspícios das Nações Unidas em Genebra, a 6 de Março de 1948, reuniu-se pela primeira vez em Janeiro de 1959. É composta por uma Assembleia, um Conselho, cinco Comitês e sete Subcomitês.

Apresentamos a seguir, os cinco comitês da IMO. Ressaltamos, no contexto desse estudo, a importância dos comitês de Segurança Marítima e de Proteção Ambiental utilizados como referência e fonte de consulta nessa pesquisa.

1- Comitê de Segurança Marítima (MSC)

É o órgão técnico máximo da Organização. É composto por todos os Estados-Membros suas funções incluem o exame assuntos relacionados a auxílios à navegação, construção e equipamentos de embarcações, tripulação do ponto de vista da segurança, regras para a prevenção de colisões e abalroamento, manuseio de cargas perigosas, procedimentos e requisitos de segurança marítima, informações hidrográficas, diários de bordo e registros de navegação, investigações de acidentes marítimos, salvamento e demais assuntos que afetem diretamente a segurança marítima. Tem ainda, de considerar e apresentar recomendações e diretrizes sobre segurança para possível adoção pela Assembleia (IMO, 2024).

2- Comitê de Proteção do Meio Marinho (MEPC)

Integrado por todos os Estados-membros, tem poderes para examinar qualquer questão no âmbito da Organização relacionada com a prevenção e o controle da poluição por navios.

3-Comitê Jurídico

Tem obrigações de lidar com as questões legais dentro do escopo da Organização. É habilitado para desempenhar quaisquer funções dentro de seu escopo, que possam ser atribuídas por ou sob qualquer outro instrumento internacional e aceito pela Organização.

4- Comitê de Cooperação Técnica

Examina qualquer assunto dentro da finalidade da Organização, associado à implementação de projetos de cooperação técnica para os quais a Organização atue como agência executora ou cooperante e demais assuntos relacionados às atividades da Organização no campo da cooperação técnica.

5- Comitê de Facilitação

Estabelecido como um órgão subsidiário do Conselho em maio de 1972, tornou-se totalmente institucionalizado em dezembro de 2008. É composto por todos os Estados-membros da Organização e busca a eliminação de formalidades desnecessárias e burocracias no transporte marítimo internacional. Atualmente, o trabalho do Comitê, de acordo com os desejos da Assembleia, é o de garantir o equilíbrio entre a segurança marítima e a facilitação do comércio marítimo internacional.

A IMO configura o exercício de suas atividades, utilizando seus instrumentos legais, que devem ser adotados pelos Países-Membros da Organização em seus sistemas jurídicos internos. Esses instrumentos legais estabelecidos para aplicação em caráter global, são as Convenções, Códigos, Resoluções, Circulares e Diretrizes.

Dentre as Convenções, podemos destacar como referência as seguintes: Safety of Life at Sea²⁵ (SOLAS 1974/78), International Convention for the Prevention of Pollution from Ships²⁶ (MARPOL 1973/78), International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978, as amended²⁷ (STCW78/95), Convention on Facilitation of International Maritime Traffic 1965, as amended²⁸ (FAL) e a Maritime Labour Convention, 2006, as amended²⁹ (MLC) (IMO, 2024).

Quanto à proteção do meio ambiente marinho, podemos relacionar outros instrumentos da IMO, além da Convenção MARPOL 1973/78, apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Outros documentos de referência estabelecidos pela IMO para proteção ambiental no ambiente marinho.

²⁵ Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar

²⁶ Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios

²⁷ Convenção Internacional sobre Normas de Treinamento, Certificação e Serviço de Quarto para Marítimos, 1978, com emendas

²⁸ Convenção sobre a Facilitação do Tráfego Marítimo Internacional, 1965, com emendas.

²⁹ Convenção do Trabalho Marítimo, 2006, com emendas. Embora não seja uma convenção da IMO, a MLC, adotada pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), é relevante para o setor marítimo.

Instrumentos de Proteção
1 - Convenção Internacional relativa à Intervenção no Alto Mar em Caso de Acidentes por Poluição por Hidrocarbonetos (INTERVENTION), 1969
2 - Convenção sobre a Prevenção da Poluição Marinha por Imersão de Resíduos e Outras Matérias (LDC), 1972 (e o Protocolo de Londres de 1996)
3 - Convenção Internacional sobre Preparação, Resposta e Cooperação à Poluição por Hidrocarbonetos (OPRC), 1990
4 - Protocolo relativo à preparação, resposta e cooperação em caso de poluição por substâncias nocivas e perigosas, 2000 (Protocolo HNS)
5- Convenção Internacional sobre o Controle de Sistemas Antivegetativos Nocivos nos Navios (AFS), 2001
6 - Convenção Internacional para o Controle e Gestão de Água de Lastro e Sedimentos de Navios, 2004
7 - Convenção Internacional de Hong Kong para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Correta de Navios, 2009

Fonte: Próprio autor, 2024.

A convenção MARPOL 73/78, objetiva tomar ações de preservação e controle da poluição do ao ambiente marinho através de seus seis Anexos relacionados aos seguintes vetores de poluição marinha como apresentado na tabela 5.

Tabela 5: Anexos da Convenção MARPOL e seus vetores de poluição

Fonte: Próprio autor, 2024.	Anexo I	Óleo ³⁰	legislação ambiental navios um papel
	Anexo II	Substâncias líquidas nocivas transportadas a granel	
	Anexo III	Substâncias danosas embaladas	
	Anexo IV	Esgoto	
	Anexo V	Lixo	
	Anexo VI	Emissões de gases	

importante na regulamentação da prevenção da poluição causadas ao ambiente marinho, tais como as provocadas por invasões de espécies exóticas através da água de lastro, desmobilização de navios e plataformas, utilização de tintas e pinturas no casco, contaminação

³⁰ Nos termos da MARPOL 73/78, óleo significa qualquer forma de hidrocarboneto mineral, incluindo petróleo bruto, combustível, óleo diesel e óleo lubrificante, incluindo misturas oleosas (resíduos).

de ecossistemas costeiros causada pelas incrustações nos cascos (*biofouling*) além das emissões.

A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, é uma das principais normas que estabelecem critérios e orientam a redução da poluição causada por embarcações. Essa convenção adotada internacionalmente estabelece diretrizes para controlar as emissões de poluentes como óleos, substâncias nocivas e resíduos sólidos, abrangendo diversos anexos que tratam de diferentes tipos de poluição. Seu Anexo VI foi o último a ser incluído e estabelece limites para as emissões de enxofre e óxidos de nitrogênio. Sua inclusão foi fundamental para enfrentar a poluição atmosférica gerada pelo setor marítimo (IMO, 2023).

Outra importante regulamentação é a Estratégia Inicial da IMO sobre Redução das Emissões de GEE de Navios, que visa reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa do setor até 2050 (IMO, 2018). Esta estratégia estabelece metas ambiciosas, incluindo a redução da intensidade de carbono por transporte de mercadorias e passageiros em pelo menos 40% até 2030. A implementação desta estratégia envolve a criação de novos regulamentos e a atualização dos existentes para promover tecnologias de baixo carbono e práticas operacionais mais sustentáveis.

Além das diretrizes da IMO, vários acordos internacionais e regionais contribuem para a regulamentação ambiental aplicada a navios. Por exemplo, a União Europeia tem implementado o Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS) para o setor marítimo, que visa a limitar as emissões de CO₂ e incentivar a redução de gases de efeito estufa através de um mercado de emissões (European Commission, 2023). Esta abordagem regional complementa as regulamentações globais e reforça a necessidade de uma resposta coordenada para enfrentar os desafios ambientais impostos pela navegação internacional. Estudos mostram que a integração dessas regulamentações internacionais é essencial para promover práticas sustentáveis e garantir a conformidade global (Forster *et al.*, 2023).

5.6 Áreas de Controle de Emissões (ECA)

As *Emissions Control Areas*³¹ (ECA) foram estabelecidas com a inclusão do Anexo VI à convenção MARPOL 73/78. Esse novo anexo, adotado através do Protocolo de 1997,³²

³¹ Em português significa áreas de controle de emissões

³² Emenda à Convenção MARPOL 73/78, adotada em 26 de setembro de 1997 que incluiu o anexo VI que estabeleceu limites para as emissões (de SO_x e NO_x) e proibiu a emissão deliberada de substâncias que agredem a camada de ozônio por navios.

entrou em vigor somente no ano de 2005 e trouxe em seu corpo “Regulamentações para Prevenção da Poluição do Ar por Navios”.

As ECA são regiões marítimas definidas pela IMO que possuem regulamentações mais rigorosas quanto à emissão de poluentes por embarcações, conforme definido no referido Anexo VI. Os limites para emissões de enxofre, óxidos de nitrogênio e partículas em suspensão são mais restritivos nessas áreas. A criação dessas zonas visava também à impulsionar a transição da indústria naval para combustíveis mais limpos e pesquisar tecnologias de redução de emissões, promovendo um transporte marítimo sustentável. De acordo com a IMO, são situadas em regiões onde a poluição atmosférica marítima apresenta riscos elevados para as populações humanas e os ecossistemas. Conforme estabelecido na Convenção MARPOL 73/78 suas áreas geográficas incluem:

- 1- Mar Báltico. Estabelecida em 2006;
- 2- Mar do Norte. Criada em 2007;
- 3- América do Norte³³ Estabelecida em 2012;
- 4- Caribe e EUA³⁴, Criada em 2014.

Observa-se que dentro das ECA, os navios são obrigados a utilizar combustíveis com baixo teor de enxofre ou a empregar tecnologias de controle de emissões como os scrubbers (depuradores) e atender a regulamentação para uso de motores novos e existentes (MARPOL73/78).

5.7 O Anexo VI e as Resoluções do (MEPC) para redução de GEE por navios

Em 15 de julho de 2011, a IMO adotou seu primeiro conjunto de medidas para melhorar a eficiência energética dos navios, através de sua Resolução MEPC 2039(62)³⁵ que entraram

³³ Inclui as águas costeiras dos Estados Unidos e Canadá. Limitam as emissões a fim de diminuir a poluição atmosférica em regiões densamente povoadas locais.

³⁴ Abrange as águas ao redor de Porto Rico e Ilhas Virgens Americanas. Nesta região, os limites visam à proteção da saúde pública e dos ecossistemas marinhos locais.

³⁵ A resolução MEPC.239(62) foi adotada na 62ª sessão do MEPC, realizada em julho de 2011. Estabelece emendas ao Anexo VI da MARPOL 73/78 relacionadas à introdução do Índice de Design de Eficiência Energética (EEDI - Energy Efficiency Design Index) para novos navios e ao Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio (SEEMP - Ship Energy Efficiency Management Plan). Essas medidas fazem parte de um esforço global

em vigor em 2013, estabelecendo-se como o primeiro órgão internacional a tomar medidas obrigatórias para melhorar a eficiência energética de um setor importante da indústria mundial, o setor de transporte marítimo. As medidas determinavam requisitos técnicos, operacionais e de controle para as embarcações já existentes e futuras. A intenção era de que até 2025, os navios construídos deveriam ser 30% mais eficientes em termos energéticos do que os construídos em 2014 (IMO, 2024).

O controle das emissões atmosféricas por navios é regido pelo Anexo VI e por Resoluções do MEPC e do Comitê de Segurança Marítima (MSC) da IMO.

O Anexo VI estabeleceu limites para as emissões de poluentes atmosféricos, que incluem óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), compostos orgânicos voláteis (COV) e outras substâncias nocivas. Regulamenta ainda, a quantidade de enxofre nos combustíveis marítimos e promove o uso de tecnologias de controle de emissões (IMO, 2020). Está dividido em capítulos e regras regidos por assuntos relacionados desde especificações técnicas até exigências de monitoramento e conformidade dos navios.

O conceito de *tier*³⁶, conforme estabelecido pelo Anexo VI da MARPOL 73/78, regula especificamente as emissões de óxido de nitrogênio³⁷ (NO_x) em motores marítimos, produzidas principalmente durante o processo de combustão a diesel nos navios.

Os *tiers* são divididos em I, II e III e definem a quantidade máxima permitida desse gás a ser emitida com base na data de construção do motor e na área onde se pretenda navegar.

Na tabela 6, são apresentados resumidamente os *tiers* dos motores dos navios, sua aplicabilidade e objetivos de acordo com o ano de batimento de quilha do navio

Tabela 6: O *tier* dos motores dos navios e suas características principais.

Tier do motor	Aplicação	Limites de Emissão (NO _x)	Áreas Marítimas aplicáveis	Tecnologias Recomendadas
I	Navios cuja quilha foi batida em ou após 1º de janeiro de 2000.	Para motores com propulsor acima de 130 RPM o limite	Todas	Ajustes de combustão, tecnologias básicas de controle de emissões

para reduzir as emissões de gases de efeito estufa provenientes do transporte marítimo e para promover práticas mais sustentáveis na indústria naval.

³⁶ Pode ser entendido como “níveis” em português.

³⁷ Gás poluente que contribui para a formação de chuva ácida, smog fotoquímico e afeta a qualidade do ar e da saúde humana.

Tier do motor	Aplicação	Limites de Emissão (NOx)	Áreas Marítimas aplicáveis	Tecnologias Recomendadas
		de emissão de NOx é de 17,0 g/kWh. Os limites variam entre 9,8 a 17,0 g/kWh.		
II	Navios com quilha batida em ou após 1º de janeiro de 2011	Limites entre 7,7 a 14,4 g/kWh, dependendo da RPM do motor	Todas	Otimização de combustível, tecnologias de pré-combustão
III	Navios com quilha batida em ou após 1º de janeiro de 2016	Limites entre 2,0 a 3,4 g/kWh, dependendo da velocidade do motor	Aplicável apenas em ECA designadas para NOx	Redução Catalítica Seletiva (SCR), Recirculação de Gases de Exaustão (EGR), uso de combustíveis alternativos como LNG

Fonte: Elaborado pelo autor referenciado no Anexo VI da MARPOL 73/78, 2024.

As exigências do Anexo VI contribuíram de forma abrangente para o controle de emissões no transporte marítimo. Toda a indústria marítima foi impactada, necessitando para implementação das medidas, adequações tecnológicas e interação entre os atores e setores envolvidos tais como a construção naval, pesquisa e desenvolvimento de combustíveis alternativos e eficiência energética, modernização de portos, maior controle e transparência por parte dos armadores, conscientização das tripulações marítimas e fiscalização por parte das autoridades governamentais mundiais. A tabela 7 apresenta as principais medidas previstas no Anexo VI para o setor de transporte marítimo para redução de GEE.

Tabela 7: Medidas previstas no Anexo VI para redução de emissões e eficiência energética.

Capítulo/Regra Do Anexo VI	Exigência	Descrição	Entrada em Vigor	Medidas Adotadas
Capítulo 3, Regra 13	Controle de Emissões de Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	Limites de emissão para motores a diesel marinhos novos e existentes	1º de janeiro de 2000	Introdução de tecnologias de redução de NO _x , como SCR (Selective Catalytic Reduction) e EGR (Exhaust Gas Recirculation).
Capítulo 3, Regra 12		Proibição de novas instalações contendo substâncias depletoras ³⁸	19 de maio de 2005	Eliminação de CFC (Clorofluorcarbonetos), halons e outras substâncias prejudiciais.
Capítulo 2, Regra 15	Controle de Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)	Requisitos para o controle de emissões de VOC durante operações de carga	19 de maio de 2005	Uso de sistemas de recuperação de vapores (VRS - Vapor Recovery Systems).
Capítulo 3, Regra 16	Sistema de Incineração a Bordo	Normas para o uso de incineradores a bordo de navios	19 de maio de 2005	Uso de incineradores aprovados e conformidade com restrições de queima.
Capítulo 3, Regra 17	Registros de Óleos Lubrificantes Consumidos	Registro obrigatório do consumo de óleos lubrificantes e resíduos	19 de maio de 2005	Manutenção de registros precisos sobre o consumo e descarte de óleos lubrificantes.
Capítulo 3, Regra 18	Qualidade do Combustível	Requisitos sobre a qualidade do combustível usado a bordo	19 de maio de 2005	Certificação e análise regular dos combustíveis para garantir conformidade com SO _x e outros parâmetros.
Capítulo 4, Regra 21	Regulamento de Eficiência Energética dos Navios	Introdução do Índice de Eficiência Energética (EEDI) e do Plano de Gerenciamento da Eficiência Energética do Navio (SEEMP)	1º de janeiro de 2013	Implementação do EEDI (Energy Efficiency Design Index) e SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) para novos projetos de navios.
Capítulo 3, Regra 14	Controle de Emissões de Óxidos de Enxofre (SO _x)	Limitação do teor de enxofre no combustível marítimo	1º de janeiro de 2020	Uso de combustíveis com baixo teor de enxofre ou scrubbers (lavadores de gases de exaustão).
Capítulo 3, Regra 14	Controle de Emissões de Partículas	Requisitos adicionais para áreas ECA sobre emissão de material particulado	1º de janeiro de 2020	Instalação de filtros de partículas e sistemas de purificação.
Capítulo 3, Regra 14	Área de Controle de Emissões (ECA)	Limites mais rigorosos para SO _x e NO _x	Variável conforme a ECA	Limites mais rígidos em ECA e uso de motores TIER III.

Fonte: Elaborado pelo autor. Referenciado no Anexo VI da Convenção MARPOL 73/78, 2024.

Quanto à eficiência energética, foi introduzido também pela IMO o Índice de Eficiência Energética de Navios Existentes (EEXI) e o Indicador de Intensidade de Carbono (CII). Desde janeiro de 2023, todos os navios devem calcular e reportar esses índices para melhorar a eficiência energética e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (IMO, 2023a; 2024a).

³⁸ O Controle de Emissões de Substâncias Depletoras da Camada de Ozônio é uma das exigências estabelecidas pelo Anexo VI da Convenção MARPOL, com o objetivo de proteger a camada de ozônio.

5.8 Principais Resoluções do MEPC e seus objetivos

Além das obrigações previstas no Anexo VI, a Organização Marítima Internacional estabelece através das Resoluções do MEPC, orientações a serem cumpridas pela indústria do transporte marítimo, sobretudo as empresas de navegação, que devem adequar seus navios progressivamente ao controle de GEE proposto para continuar operando no comércio marítimo internacional, reduzindo suas emissões para evitar os impactos causados por mudanças climáticas.

O quadro a seguir, apresenta as principais Resoluções do MEPC da IMO e seus objetivos básicos, dentro de seus esforços para a redução de emissões por navios e o contribuir com controle das mudanças climáticas no âmbito da navegação mundial.

Quadro 2: Principais Resoluções do MEPC para controle de emissões de navios.

-	Resolução MEPC	Ano de Emissão	Objetivo	Ações Tomadas
2	MEPC.176(58)	2008	Revisão do Anexo VI, que introduziu novas normas de emissões de NOx e SOx e requisitos de eficiência energética.	Implementação de controles rigorosos sobre as emissões de NOx e SOx, e introdução de Zonas de Controle de Emissões (ECA).
3	MEPC.177(58)	2008	Estabelece os limites de emissões de NOx para motores a diesel marinhos.	Aplicação de limites progressivamente mais baixos para emissões de NOx em novos motores.
4	MEPC.184(59)	2009	Estabelece diretrizes técnicas para a prevenção da poluição atmosférica e gerenciamento de resíduos gasosos.	Criação de requisitos para a gestão de resíduos gasosos a bordo dos navios.
5	MEPC.202(62)	2011	Introduz o Índice de Eficiência Energética para navios novos (EEDI) e o Plano de Gerenciamento de Eficiência Energética do Navio (SEEMP).	Implementação do EEDI como requisito obrigatório para novos navios, visando aumentar a eficiência energética.
6	MEPC.203(62)	2011	Altera o Anexo VI da MARPOL, incluindo as medidas técnicas e operacionais para a eficiência energética.	Obrigatoriedade de implementação do SEEMP em todos os navios, com auditorias periódicas para verificar a conformidade.
7	MEPC.229(65)	2013	Estabelece as diretrizes para a implementação do EEDI e do SEEMP.	Acompanhamento e auditoria do desempenho dos navios em termos de eficiência energética.
8	MEPC.259(68)	2015	Diretrizes para o desenvolvimento de um Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio (SEEMP), fornecendo	Adoção ampla do SEEMP em navios existentes, com

-	Resolução MEPC	Ano de Emissão	Objetivo	Ações Tomadas
			orientações sobre como os navios podem melhorar sua eficiência energética.	recomendações específicas para reduzir o consumo de combustível.
9	MEPC.286(71)	2017	Estabelece diretrizes sobre o uso de combustíveis com baixo teor de enxofre, com o objetivo de reduzir as emissões de SOx.	Introdução de limites de 0,5% de enxofre em combustíveis marinhos, com rigorosa aplicação global a partir de 2020.
10	MEPC.291(71)	2017	Diretrizes adicionais para o Código Técnico de NOx 2008, abordando sistemas de redução catalítica seletiva (SCR).	Adoção de SCR como tecnologia preferencial para a redução de NOx em motores diesel marítimos.
11	MEPC.305(73)	2020	Proíbe o transporte de óleo combustível não compatível para combustão a bordo dos navios, a menos que o navio esteja equipado com sistemas de limpeza de gases de escape (EGCS).	Implementação de controles rigorosos, com inspeções em portos e penalidades para não conformidade.
12	MEPC.320(74)	2019	Revisão dos métodos de medição e relatório de emissões de GEE dos navios, visando à redução das emissões totais do setor marítimo.	Introdução de sistemas padronizados de monitoramento e relato de emissões de GEE, com auditorias regulares.
13	MEPC.321(74)	2019	Diretrizes para inspeção de portos sob o Anexo VI, garantindo a consistência na aplicação das normas.	Adoção de protocolos de inspeção uniformes em todos os portos signatários, com treinamentos e certificações específicas.
14	MEPC.324(75)	2020	Adota a proibição global do uso de combustíveis com alto teor de enxofre para reduzir ainda mais as emissões de SOx.	Aplicação da proibição com exceções para navios equipados com EGCS, com inspeções e multas para infrações.
15	MEPC.328(76)	2021	Revisão do Anexo VI. Introduziu um sistema de coleta de dados, com requisitos obrigatórios para registrar e reportar o consumo de óleo combustível em navios.	Estabelecimento de um sistema de relatórios obrigatórios para todos os navios acima de um certo porte, com auditorias anuais.
16	MEPC.334(76)	2021	Diretrizes para o monitoramento e relato de emissões de CO ₂ dos navios, introduzindo métodos padronizados para garantir a conformidade.	Implementação de normas rigorosas de monitoramento de emissões de CO ₂ , com relatórios obrigatórios para a OMI.
17	MEPC.335(77)	2021	Estabelece a obrigatoriedade do uso de tecnologias para redução de emissões, como scrubbers, para navios em operação em Zonas de Controle de Emissões (ECA).	Expansão das Zonas de Controle de Emissões e aumento da fiscalização sobre o uso de tecnologias de redução de emissões.
18	MEPC.340(77)	2021	Atualizou as diretrizes para sistemas de limpeza de gases de escape (EGCS). Permite que navios utilizem combustíveis com teor de enxofre mais alto, desde que as emissões sejam tratadas adequadamente.	Revisão dos requisitos técnicos para EGCS, com normas mais rígidas para certificação e manutenção.
19	MEPC.346(78)	2022	Diretrizes para a gestão de emissões de gases de escape, abordando tecnologias como sistemas de limpeza de gases de escape (EGCS).	Introdução de normas atualizadas para garantir a eficácia dos EGCS em várias condições operacionais.
20	MEPC.361(79)	2024	ECA Mediterrâneo. Designa o Mar Mediterrâneo como uma Área de Controle	Implementação de fiscalização rigorosa na região do Mediterrâneo,

-	Resolução MEPC	Ano de Emissão	Objetivo	Ações Tomadas
			de Emissões (ECA) para óxidos de enxofre (SOx) e material particulado, reforçando os limites de emissões na região.	com apoio de países costeiros para monitoramento e cumprimento das novas normas.
21	MEPC.376(80)	2023	Introduz as Diretrizes de Ciclo de Vida (LCA) para calcular a intensidade de GEE do poço ao tanque e do tanque ao uso final (Well-to-Wake) dos combustíveis marítimos.	Aplicação de métodos LCA como parte obrigatória do planejamento de novos projetos de combustíveis e embarcações.
22	MEPC.377(80)	2023	Estratégia de Redução de GEE da IMO. Estabelece metas para a descarbonização total do transporte marítimo até 2050, incluindo a redução das emissões de GEE em pelo menos 20% até 2030 e 70% até 2040.	Implementação de medidas políticas e incentivos econômicos para acelerar a transição para combustíveis de baixo carbono e tecnologias inovadoras.
23	MEPC.391(81)	2024	Atualiza as diretrizes LCA, incluindo novos fatores de emissão para a produção e uso de combustíveis marítimos.	Introdução de novos fatores de emissão e atualização das diretrizes técnicas para refletir as inovações mais recentes na produção de combustíveis.
24	MEPC.386(81)	2024	Fornecer diretrizes atualizadas para componentes navais que afetam a escolha de tecnologias e sistemas para redução de emissões.	Revisão das diretrizes para incluir componentes emergentes, com foco na integração de tecnologias de energia limpa e eficiência energética.

Fonte: Elaborado pelo autor. De acordo com as Resoluções MEPC da IMO, 2024.

5.8.1 Emendas e diretrizes da IMO para entrada em vigor em 2026

Conforme estabelecido durante a 81ª sessão do MEPC, realizada em março de 2024 - MEPC 81 de 2024, entrarão em vigor em março de 2026 novas Emendas e Diretrizes aprovadas pela IMO, para reforçar o controle das emissões. Dentre as novas medidas adotadas podem ser destacadas:

- ✓ Guias para novos combustíveis marinhos: Foram desenvolvidas diretrizes para combustíveis alternativos, como hidrogênio e amônia, além de combustíveis de baixo ponto de fulgor e instrumentos obrigatórios para metanol e etanol (IMO, 2024b);
- ✓ Perda de Contêineres e Gestão de Lixo Marinho: Adoção de emendas ao Protocolo I da MARPOL para tornar obrigatória a notificação de contêineres perdidos no mar, que representam um risco à navegação e ao meio ambiente marinho. (IMO, 2024b);

- ✓ Convenção de Água de Lastro: Adoção de emendas para permitir o uso de registros eletrônicos e a introdução de orientações temporárias para o armazenamento de águas residuais tratadas em tanques de lastro (IMO, 2024b);
- ✓ Redução de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC): O MEPC concordou com um escopo de trabalho para investigar como a redução de emissões de VOC pode contribuir para a implementação da Estratégia de GEE da IMO (IMO, 2023d).

Normas de Combustíveis Marítimos: Aprovação de emendas para regular a intensidade de GEE dos combustíveis marítimos e estabelecer um mecanismo de precificação de emissões de GEE (IMO, 2024c). O MSC também adotou resoluções para o controle de emissões e a melhoria da eficiência energética dos navios, destacadas a seguir:

1. **MSC.474(102)**: Emendas ao Código Internacional de Segurança para Navios que Utilizam Gases ou Outros Combustíveis com Ponto de Inflamação Baixo (IGF Code), abordando sistemas de contenção de combustível e segurança contra incêndios (IMO, 2021).
2. **MSC.509(105)**: Diretrizes para a provisão de serviços de rádio para o Sistema Global de Socorro e Segurança Marítima (GMDSS), que, embora não diretamente relacionadas ao controle de emissões, melhoram a segurança operacional dos navios (IMO, 2022).

Ressaltamos a importância da regulação deste setor do comércio mundial. Com a implementação dessas normas, a Organização Marítima Internacional (IMO) pretende reduzir os impactos ambientais do transporte marítimo, promovendo uma navegação mais limpa e sustentável, reduzindo emissões que geram efeito estufa e por conseguinte as mudanças climáticas globais (IMO, 2020).

5.8.2 A legislação nacional sobre meio ambiente

Pode-se afirmar, que o desenvolvimento sustentável no Brasil e no mundo na segunda década do Século XXI, é um objetivo ainda não alcançado apesar das políticas ambientais brasileiras, dos esforços da (ONU) e de iniciativas de países tais como a Finlândia, Suécia, Dinamarca, Alemanha, Bélgica, Noruega, França entre outros que se destacam individualmente na implementação de soluções sustentáveis atuando na conscientização, legislação e na fiscalização ambiental (Carvalho, 2012).

Países não desenvolvidos, particularmente o Brasil, apesar de seu avanço na regulação legal para a questão ambiental, têm dificuldades em fazer cumprir a legislação ambiental, principalmente pela falta de fiscalização governamental, conscientização e incentivo ao cidadão (Carvalho, 2012).

Considerando-se a questão ambiental no Brasil, podemos afirmar que, não obstante a Lei de Crimes Ambientais (Brasil, 1997), a Lei do Óleo e Substâncias Nocivas (Brasil, 2000), entre outras leis que vêm ao encontro de uma agenda ambiental e de uma política nacional que visa à proteção ao ambiente natural destinando recursos financeiros, definindo os crimes ambientais e estabelecendo punições para infratores são ainda notórias as agressões ambientais em decorrência do não cumprimento eficiente da própria legislação que adotou e da ausência da fiscalização necessária por parte de órgãos e entidades governamentais (Carvalho, 2012).

Destacam-se, portanto ainda, no quadro atual brasileiro os severos impactos ambientais negativos noticiados regularmente em âmbito nacional causados pelas diversas atividades industriais, tais como a mineração, a cadeia associada à exploração, exploração, perfuração, produção e transporte de petróleo e seus derivados, assim como na atividade que envolve produtos petroquímicos. Podem ser enfatizados também, os relevantes impactos produzidos pelo agronegócio e pela construção civil associada à especulação imobiliária.

O Instituto Brasileiro de Florestas (IBF), descreve a legislação ambiental brasileira como:

a legislação ambiental no Brasil é considerada uma das mais completas e avançadas do mundo. As Leis Ambientais foram criadas com a intenção de proteger o meio ambiente e reduzir ao mínimo as consequências de ações devastadoras. São fiscalizadas por órgãos ambientais e definem regulamentações e atos de infração em casos de não cumprimento. Aplicam-se às organizações de qualquer modalidade e ao cidadão comum (IBF, 2024).

No intuito de corroborar com a afirmação anterior do órgão governamental brasileiro IBF, apresenta-se algumas dentre as leis nacionais ambientais em vigor e suas ementas, que comprovam a elaboração de uma política de proteção, fiscalização, educação ambiental e recursos financeiros, consolidados por iniciativa do governo do Brasil. Foi utilizado como base de pesquisa, o site do Ministério do Meio ambiente e Mudança do Clima (MMA).

Quadro 3: Legislação nacional relacionada ao meio ambiente.

Legislação	Definição
Lei nº 2.419, de 10 de fevereiro de 1955	Institui a Patrulha Costeira e dá outras providências.
Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental.
Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências.
Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989	Cria o Fundo Nacional de Meio Ambiente e dá outras providências.
Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989	Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. - Poluição marinha.
Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997	Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional.
Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
Lei nº 9.873, de 23 de novembro de 1999	Estabelece prazo de prescrição para o exercício de ação punitiva pela Administração Pública Federal, direta e indireta, e dá outras providências.
Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Lei nº 9.966, de 28 de Abril de 2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.
Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000	Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. (fiscalização e infração ambiental).

Lei nº 12.114, de 09 de dezembro de 2009.	Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.
Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima.
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Lei nº 12.533, de 02 de dezembro de 2011	Institui o Dia Nacional de Conscientização sobre as Mudanças Climáticas.
Lei nº 12.633, de 14 de maio de 2012	Institui o Dia Nacional da Educação Ambiental.
Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015	Programa Nacional de Combate à desertificação. Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.
Lei nº 13.196, de 1º de dezembro de 2015	Autoriza o Poder Executivo federal a atualizar monetariamente o valor dos preços dos serviços e produtos e da taxa estabelecidos pela Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017	Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências.
Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021	Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.
Lei nº 14.850, de 2 de maio de 2024	Institui a Política Nacional de Qualidade do Ar.
Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024	Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental.

Fonte: Próprio autor, 2024 baseado em informações do site do MMA (<https://www.mma.gov.br>).

Não obstante a robustez da legislação internacional e nacional vigentes, pode-se afirmar que é necessário manter sua implementação eficiente e com a devida fiscalização por parte das Autoridades Marítimas, Autoridades Portuárias, demais setores governamentais envolvendo toda a indústria de *Shipping*³⁹ e sobretudo a sociedade civil.

³⁹A indústria do *shipping* é responsável pelo transporte global de mercadorias por via marítima, envolve os navios, e é composta por armadores, portos, agentes marítimos, transportadoras, seguradoras e órgãos reguladores. Essa indústria é crucial para a economia global, permitindo o fluxo eficiente de bens entre países.

5.8.3 A atuação da Autoridade Marítima do Brasil para o controle de emissões por navios

A Autoridade Marítima do Brasil é representada pelo Comandante da Marinha do Brasil, que exerce essa função por delegação do Presidente da República conforme definido na Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997 (LESTA). A Autoridade Marítima é responsável por regular, fiscalizar e controlar as atividades marítimas no país, garantindo a segurança da navegação, prevenindo a poluição hídrica e supervisionando o tráfego aquaviário em águas sob jurisdição brasileira. Dentre suas atribuições podem ser incluídas também a inspeção e certificação de embarcações, a formação e a habilitação dos marítimos brasileiros dentro dos padrões da IMO.

A fiscalização das emissões de navios pela Autoridade Marítima no Brasil é uma responsabilidade central da Diretoria de Portos e Costas (DPC), que faz parte da Marinha do Brasil. A DPC exerce essa função seguindo diretrizes estabelecidas por convenções internacionais, como a MARPOL, especialmente seu Anexo VI, que trata da prevenção da poluição do ar por navios.

5.8.4 Procedimentos de fiscalização da poluição atmosférica por navios nacionais e estrangeiros realizados pela Marinha do Brasil na costa brasileira

São apresentados a seguir, algumas dentre as ações e procedimentos adotados para que os navios que operam em águas brasileiras estejam em conformidade com as regulamentações ambientais internacionais, ajudando a reduzir o impacto da navegação no meio ambiente.

1 - Inspeções de Conformidade:

A DPC realiza inspeções de rotina em navios, tanto nacionais quanto estrangeiros, que operam em águas brasileiras. Essas inspeções incluem a verificação de certificados ambientais, como o Certificado Internacional de Prevenção de Poluição Atmosférica (IAPP), que atesta que o navio cumpre as normas de emissão de poluentes atmosféricos.

2 - Monitoramento de Emissões de Enxofre:

O teor de enxofre no combustível dos navios é uma das principais preocupações. A partir de 2020, sob a regulação da MARPOL Anexo VI, o limite global para o teor de enxofre no óleo combustível usado a bordo foi reduzido para 0,50% m/m. A Autoridade Marítima verifica o

cumprimento dessa regra durante inspeções, analisando amostras de combustível e revisando os registros de compras de combustível dos navios.

3 - Relatórios de Conformidade:

Os navios são obrigados a manter registros precisos de suas operações que afetam as emissões, como mudanças de combustível e manutenção de equipamentos de controle de poluição. Esses registros são inspecionados pela DPC para garantir que os navios estão operando dentro dos limites estabelecidos.

4 - Uso de Equipamentos de Monitoramento:

A DPC pode utilizar equipamentos portáteis de medição de emissões para verificar a qualidade dos gases de escape em tempo real. Esses dispositivos permitem a detecção de irregularidades que possam indicar a emissão excessiva de poluentes.

5 - Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio (SEEMP)⁴⁰

Todos os navios são obrigados a ter um SEEMP, que é um plano documentado que descreve as práticas e procedimentos para melhorar a eficiência energética do navio, reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa. A DPC verifica a existência e a aplicação prática desses planos durante as inspeções.

6 - Penalidades e Sanções:

Caso sejam detectadas violações das normas de emissões, a DPC pode aplicar penalidades, que variam de multas a detenções do navio até que as não conformidades sejam corrigidas. Refletindo ainda os esforços nacionais para controle de emissões, a DPC implementa outras medidas para monitorar e regular as emissões atmosféricas dos navios, tais como:

1. Fiscalização da instalação e a manutenção de sistemas de tratamento de emissões a bordo, como lavadores de gases de escape (scrubbers), que são usados para remover o enxofre dos gases de exaustão. Durante as inspeções, os oficiais verificam se esses sistemas estão

⁴⁰ Do inglês Ship Energy Efficiency Management Plan

funcionando corretamente e se a manutenção está sendo realizada conforme os padrões exigidos.

2. Verificação da conformidade dos motores principais e auxiliares dos navios com os limites de emissão de NO_x estabelecidos pela MARPOL Anexo VI, que envolve a análise dos certificados de conformidade do motor e a revisão dos registros de manutenção para garantir que os motores estão operando dentro dos limites regulamentares.

3. Auditorias ambientais em navios, que podem ser programadas ou realizadas de surpresa. Essas auditorias avaliam não apenas as emissões, mas também outros aspectos do gerenciamento ambiental a bordo, como o manuseio de resíduos e a eficiência energética.

4. Monitoramento via Sistemas de Informação. A Marinha utiliza sistemas de informação avançados para monitorar as atividades dos navios, como o Sistema de Informação do Tráfego Marítimo (SISTRAM) e o Sistema de Gerenciamento de Dados de Emissões (EMDS). Esses sistemas permitem o rastreamento das rotas e das operações dos navios, fornecendo dados que podem indicar possíveis violações de emissões.

5. Incentivo ao Uso de Tecnologias Limpas. Embora não seja uma medida de fiscalização direta, a DPC promove o uso de tecnologias limpas, como combustíveis alternativos, como uso de gás e a implementação de práticas de eficiência energética. Durante as inspeções, a Marinha pode verificar se os navios estão adotando essas tecnologias e se beneficiando de incentivos regulatórios oferecidos para operadores que investem em soluções sustentáveis.

6. Fiscalização de Áreas de Controle de Emissões. Caso o Brasil venha a implementar ECA nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) a DPC será responsável por garantir que os navios que trafeguem nessas áreas cumpram as regras mais rígidas de emissão, estabelecidas pela IMO. A fiscalização incluirá a verificação do uso de combustíveis com baixo teor de enxofre ou o uso de sistemas de redução de emissões enquanto estiverem dentro dessas zonas.

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

6.1 Identificação de informações sobre emissão de gases nos portos brasileiros

A identificação de informações sobre as emissões de gases nos portos brasileiros é fundamental para entender o impacto ambiental das operações portuárias e para implementar estratégias eficazes de mitigação. De acordo com o Banco Mundial (2022), o setor portuário é um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa, devido à alta intensidade de combustíveis fósseis utilizados nas operações de carga e descarga, bem como nas atividades de transporte e manutenção. Em resposta a esse desafio, muitos portos brasileiros estão buscando adotar tecnologias mais limpas e práticas sustentáveis para reduzir suas pegadas de carbono.

A Autoridade Portuária no Brasil é a entidade responsável pela administração do porto organizado, com competência para disciplinar, coordenar e fiscalizar as atividades desenvolvidas em suas instalações, assegurando a regularidade e a eficiência das operações portuárias, conforme disposto na Lei nº 12.815/2013" (Brasil, 2013). Os portos nacionais devem possuir licenciamentos ambientais exigidos regulado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, que incluem instalações portuárias e as que operam dentro dos portos.

A resolução define limites máximos para a emissão de diversos poluentes atmosféricos, incluindo material particulado, dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), e compostos orgânicos voláteis (COV) nos portos nacionais. As fontes fixas de emissão nos portos são obrigadas a implementar sistemas de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas. Esses sistemas devem medir e registrar as concentrações dos poluentes emitidos, garantindo que os valores não ultrapassem os limites estabelecidos pela resolução. A resolução prevê ainda, que os portos sejam fiscalizados pelos órgãos ambientais. Caso sejam detectadas violações dos limites de emissão, as empresas podem ser penalizadas com multas, embargos de atividades, ou outras sanções previstas na legislação ambiental.

Um exemplo de esforço nesse sentido é a adoção de sistemas de gestão ambiental e de monitoramento das emissões em portos como o de Santos e o do Rio de Janeiro. A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) estabelece metas para a redução de emissões de gases de efeito estufa e orienta os portos a adotarem medidas que cumpram essas metas (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Brasil, 2024). Além disso, o Porto do Rio de Janeiro, um dos maiores do país, tem investido em infraestrutura para o uso de

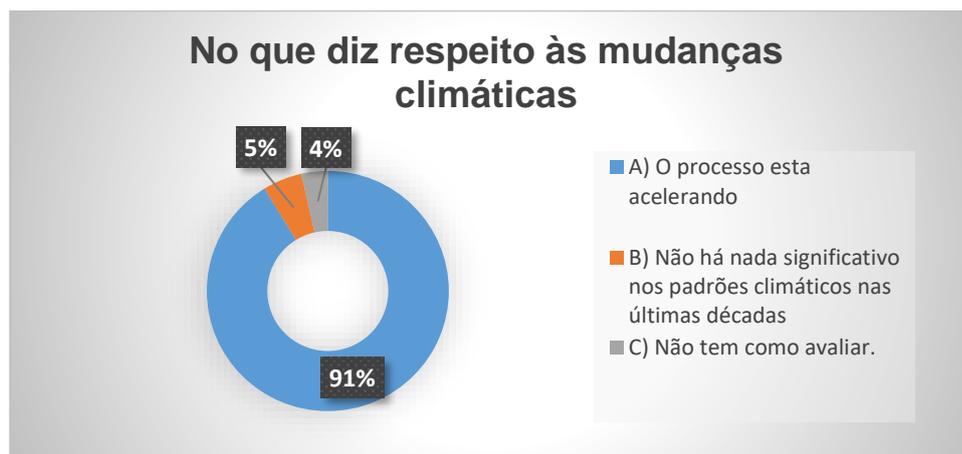
combustíveis alternativos e na modernização das operações para aumentar a eficiência e reduzir a poluição (Frey; Sabbatino, 2018).

6.2 A visão dos profissionais do setor sobre as questões ambientais

Foi realizada uma pesquisa com 57 profissionais da marinha mercante brasileira, em curso de aperfeiçoamento para assumirem cargos de chefia de máquinas e comando em navios, assim como cargos operacionais de condução de máquinas, com experiência em navios de cabotagem, apoio marítimo e de longo curso, com a intenção de verificar o grau de conscientização dos profissionais quanto às mudanças climáticas ora em curso, e sobre a efetiva implementação das medidas para redução das emissões de GEE por parte dos navios que tripulam e quanto à percepção da confiabilidade das medidas tomadas até então. A idade média dos entrevistados varia entre 30 e 60 anos; os que responderam à pesquisa possuem pelo menos 8 anos de embarque em navios brasileiros e são de ambos os sexos.

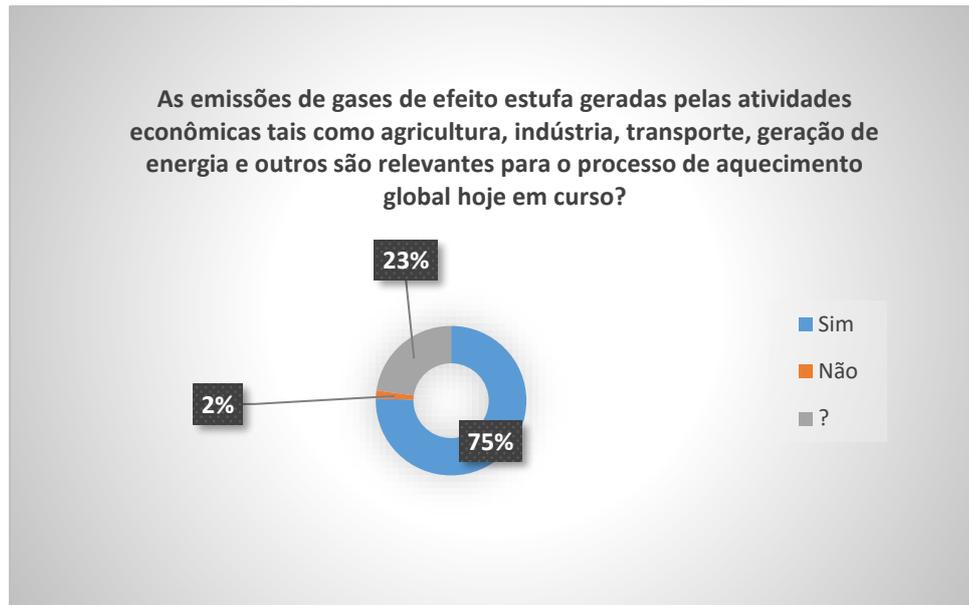
O resultado da pesquisa é demonstrado através dos gráficos 5 a 12 a seguir, elaborados pelo autor.

Figura 5: Conscientização dos entrevistados sobre as mudanças climáticas ora em curso.



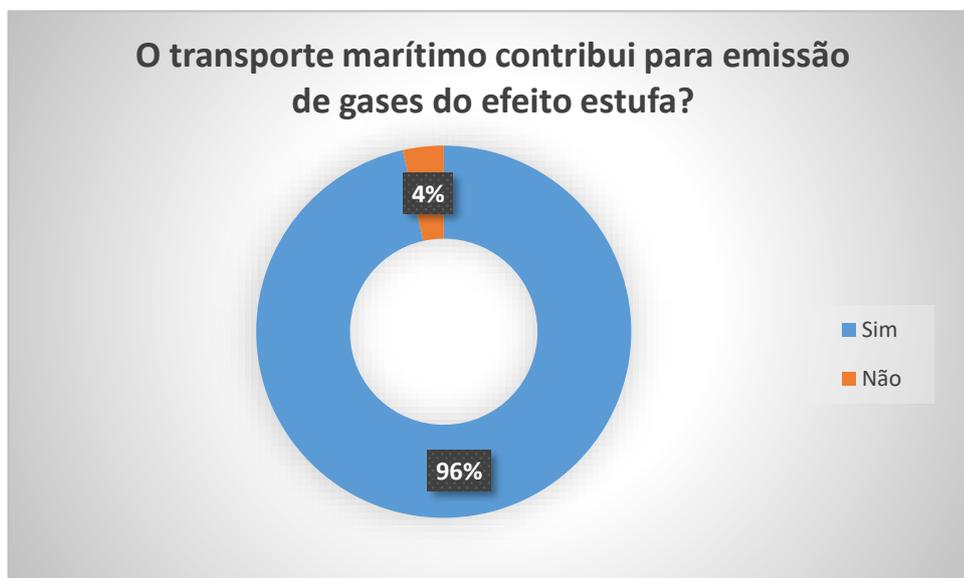
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 6: Percepção sobre a influência das atividades econômicas no processo de aquecimento global.



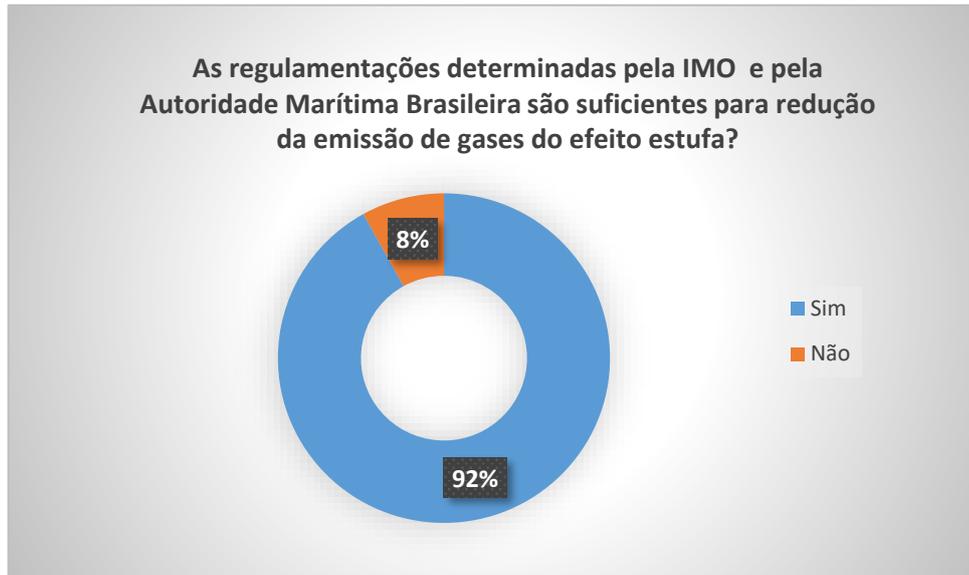
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 7: Percepção dos entrevistados sobre o transporte marítimo como emissor de GEE.



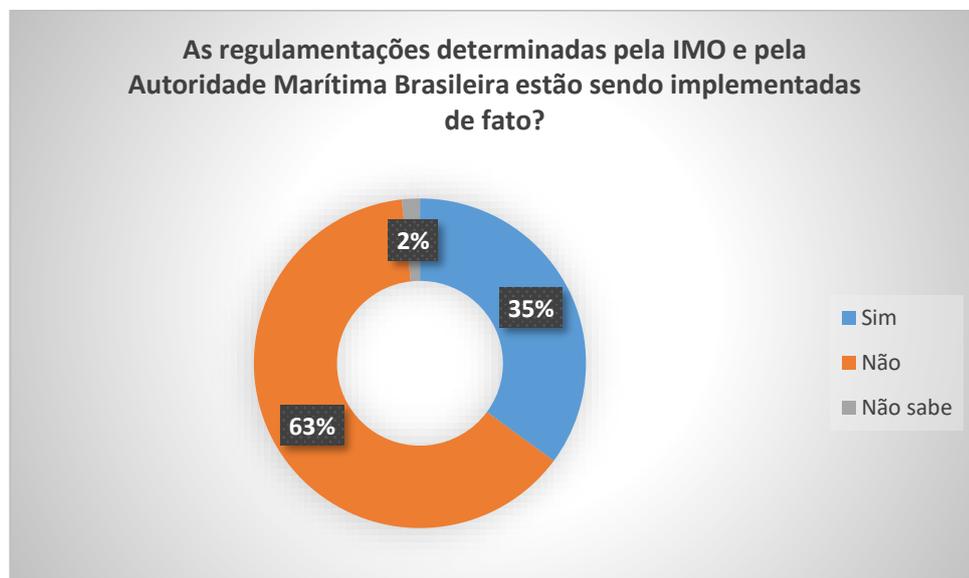
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 8: Confiabilidade nas regulamentações IMO e nacionais para redução de emissões.



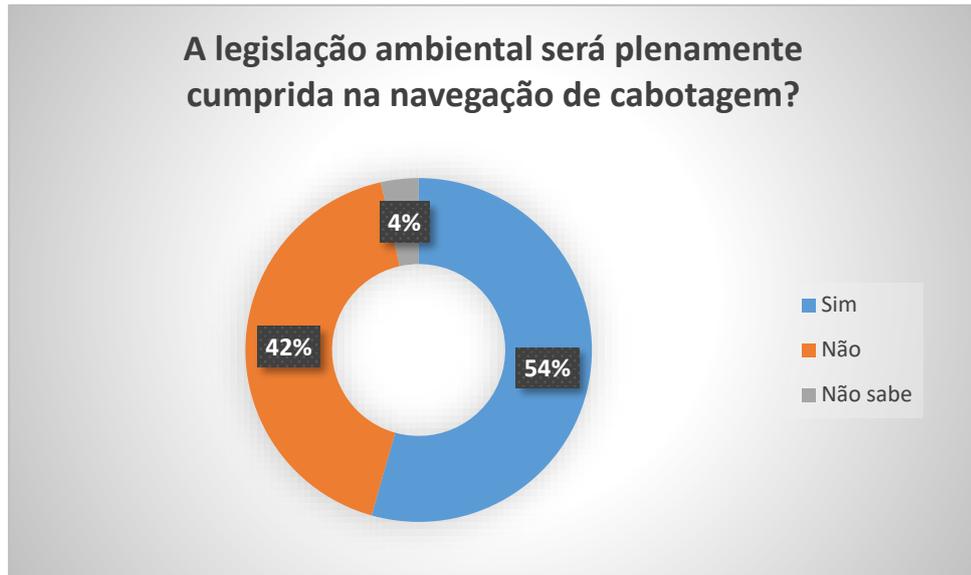
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 9: Percepção da implementação das medidas da IMO e da Autoridade Marítima para controle de emissões de GEE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 10: Confiança no cumprimento da legislação ambiental em embarcações na cabotagem.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 11: Confiabilidade nas empresas de navegação em efetuar o registro devido de suas emissões de GEE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Figura 12: Confiabilidade na implementação futura dos procedimentos por parte do setor da navegação.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A partir das respostas obtidas, pode-se concluir que há, entre os profissionais entrevistados, que atuam no setor marítimo, a clara percepção da existência da crise ambiental em curso, no mundo, e da relevância das atividades antrópico-sociais para o seu recrudescimento. Há o reconhecimento de que a navegação tem uma contribuição muito relevante para a degradação ambiental, com destaque para as emissões de gases do efeito estufa.

Os profissionais do setor avaliam que as regulamentações da IMO e da Autoridade Marítima Brasileira já são suficientes para o objetivo de redução significativa das emissões do setor marítimo no Brasil. A maioria (54%) espera que a legislação ambiental virá a ser cumprida na cabotagem brasileira, e 49% entendem que as empresas vêm registrando suas emissões corretamente. Observe-se que os 30% que avaliam que as emissões não estão sendo registradas corretamente pelas empresas avaliam também que esse procedimento será implementado assim que possível.

6.3 Ações de empresas do setor de navegação para a redução de GEE

No setor empresarial há movimentações que reforçam o movimento de adesão ao cumprimento das exigências da IMO para a redução das emissões e de outros impactos ambientais gerados por navios. A empresa brasileira Transpetro, referência no transporte de petróleo e derivados no Brasil vem implementando medidas para reduzir as emissões em sua

frota. Empresas internacionais como a dinamarquesa *Maersk Line*, a alemã *Hapag-Lloyd* e a japonesa *Nippon Yusen Kabushiki Kaisha (NYK Line)* vêm também apresentando iniciativas para atingir a meta zero de emissões em conformidade com as exigências. A Transpetro, conforme informado pela Agência de Notícias EPBR, iniciou um programa para a ampliação e revitalização da sua frota de navios, com a construção de embarcações cujos motores poderão utilizar etanol e metanol. Deverão ser contratados oito navios até dezembro de 2024 em estaleiros nacionais ou internacionais sem a obrigatoriedade do conteúdo nacional na construção. Vale considerar, que caso o estaleiro vencedor da licitação seja brasileiro, poderá acessar os recursos do Fundo da Marinha Mercante⁴¹ (FMM).

As primeiras unidades serão navios de cabotagem do tipo handy⁴² de 15 a 18 mil toneladas de porte bruto⁴³ (TPB), que seguirão os padrões de sustentabilidade da IMO e serão entregues até 2028. A empresa prevê que o programa será expandido para a construção de 25 navios, entre 2025 e 2029.

Ressalte-se que o Brasil tem capacidade de ser autossuficiente na produção desses combustíveis, e que o uso do etanol em substituição ao óleo combustível pode ser reduzir em até 80%, aproximadamente, as emissões de GEE dos navios, de acordo com estudos da empresa Raízen, produtora de etanol (EPBR, 2024). Como divulgado pela EPBR, O financiamento para essa e outras iniciativas também já obteve o apoio do BNDES, que prevê, conforme anunciado em janeiro de 2024, a alocação de dois bilhões de Reais para financiar a renovação da frota brasileira com a produção de navios que utilizem combustíveis sustentáveis, como etanol, metanol verde, amônia e hidrogênio verdes, ou para a adaptação, para esse fim, dos navios em uso atualmente. O banco anunciou a correspondente redução das taxas de juros para projetos de construção e modernização de navios brasileiros. A iniciativa faz parte do programa “BNDES azul”, que oferece a redução de 0,4% na taxa de juros para financiamento de modernização de embarcações e 0,24% no financiamento para a construção de novas

⁴¹ Fundo criado pelo governo brasileiro para apoiar o desenvolvimento da indústria naval e da marinha mercante no Brasil, com objetivo de fomentar a construção, reparo e modernização de embarcações no país e de apoiar a infraestrutura portuária e atividades relacionadas ao transporte aquaviário.

⁴² Os navios Handysize são conhecidos por sua flexibilidade e versatilidade, permitindo-lhes acessar portos menores ou com infraestrutura limitada onde navios maiores não conseguiriam operar.

⁴³ Também conhecido como "DWT" em inglês. É a medida da capacidade total de carga de um navio, incluindo a carga útil (mercadorias e passageiros), combustível, água, suprimentos, tripulação e outras necessidades de bordo.

embarcações. Os projetos para o uso de combustíveis amigáveis ao meio ambiente também poderão acessar as linhas de financiamento do Programa Mais Inovação⁴⁴ e do Fundo Clima⁴⁵.

Um importante exemplo que vem do setor privado é a assinatura, em 2023, de um acordo para testar o etanol celulósico (E2G) como combustível para o transporte marítimo, entre a Raízen, produtora de etanol, e a Wärtsilä, fabricante de motores marítimos, como divulgado pela EPBR. Os testes serão realizados nos laboratórios de motores *Wärtsilä* voltados para o uso de combustíveis sustentáveis em motores marítimos. A *Wärtsilä* apoiará a *Raízen* nas articulações com engenheiros projetistas e armadores sobre o projeto e para o encaminhamento de regulamentações e exigências de conformidade para o uso de etanol.

A empresa de navegação dinamarquesa Maersk, fundada no ano de 1904, vem buscando reduzir as emissões de GEE e alcançar a neutralidade de carbono. A empresa apresenta em agosto de 2024, o quinto navio porta-contêineres de sua frota que pode navegar com metanol como alternativa ao óleo bunker convencional. Esse navio de 350 metros de comprimento, pode transportar 16.000 TEU. A Maersk afirma em seu site, que continua a explorar e estudar vários combustíveis alternativos em busca de sua meta de atingir emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2040. Afirma a empresa ainda, que vinte e cinco navios de sua frota movidos a metanol verde serão recebidos e estarão operacionais até o ano de 2027. A redução das emissões de CO₂ será de cerca de 3 milhões de toneladas quando todos os 25 navios forem implantados e os navios mais antigos substituídos (Maersk, 2024).

A empresa alemã Hapag-Lloyd afirma, em seu site, que estabeleceu uma meta líquida de emissões zero para a frota operada até 2045 e estabeleceu uma meta intermediária para 2030 de reduzir as emissões absolutas da frota em cerca de um terço (em comparação com 2022) para 10 milhões de toneladas de CO₂eq. A Hapag-Lloyd foi a primeira empresa de navegação do mundo a converter um navio porta-contêineres para uso do GNL. Três deles foram adicionados à sua frota em 2023 e mais nove entrarão em operação em 2024/2025.

Já a empresa NYK Line, uma das maiores no setor de transporte marítimo do Japão, lançou o "NYK Super Eco Ship 2050", um conceito de navio projetado para reduzir as emissões de CO₂ em 70% através de tecnologias avançadas, como energia solar, células de combustível e eficiência de casco. Além disso, a NYK investe em combustíveis alternativos e em sistemas de propulsão híbrida. A empresa está trabalhando para promover o uso de combustíveis como

⁴⁴. Programa do governo brasileiro para fomentar a inovação e o desenvolvimento sustentável no setor produtivo.

⁴⁵ Também conhecido como Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, apoia projetos, estudos, e empreendimentos que contribuam para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Criado em 2009 pelo governo brasileiro é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e ao BNDES.

o hidrogênio e a amônia, para atingir a meta do Japão de reduzir as emissões de gases de efeito estufa a praticamente zero até 2050. Como parte do desenvolvimento de embarcações equipadas com motores movidos a amônia produzidos internamente, está conduzindo pesquisa e desenvolvimento um navio gaseiro médio movido a amônia. Essa embarcação está programada para entrega em novembro de 2026.

7 CONCLUSÃO

A análise das mudanças climáticas e das ações da comunidade internacional para reduzir as emissões de gases por navios, que tem peso significativo nas emissões totais globais revela uma complexa intersecção entre políticas globais e práticas locais. Deve-se considerar a necessidade urgente de adoção de estratégias integradas para enfrentar os desafios ambientais impostos pela navegação marítima. As mudanças climáticas têm ampliado a pressão sobre os setores emissores de GEE, e a indústria marítima está incluída entre as principais responsáveis pela poluição atmosférica.

A IMO segue a tendência internacional de implementar os objetivos da ONU, conforme a meta 13, definida pela COP 21, Acordo de Paris, de 2015, e reafirmada na COP 28. Essa orientação, se reflete na legislação brasileira. O processo de regulamentação e controle no setor marítimo é recente, tendo como marco regulatório principal a adoção do Anexo VI da Convenção MARPOL/1973/78, em 2005, e a introdução do Índice de Eficiência Energética para Navios Novos e o Plano de Gerenciamento de Eficiência Energética do Navio em 2011.

A legislação ambiental brasileira segue a tendência internacional e vem avançando em diversos aspectos, com destaque, no que se refere aos objetivos dessa dissertação, à política de incentivo ao uso de biocombustíveis e da qualidade do ar, entre outros itens. Em virtude do fato de que a legislação brasileira e as regulamentações internacionais serem recentes, há dificuldades em sua implementação objetiva.

O cumprimento das determinações da IMO e a implementação de ações efetivas para o enfrentamento das emissões de GEE por navios exigem a intervenção das Autoridades Marítima e Portuária e exigem a sua integração. No caso brasileiro, essas entidades têm atuado de maneira coerente e eficaz.

Os profissionais do setor entrevistados, reconhecem a gravidade da questão ambiental e apresentam uma avaliação positiva quanto à tendência de adesão das empresas brasileiras às exigências da IMO e da legislação ambiental brasileira. Mesmo avaliando que as emissões dos navios de empresas brasileira não vêm sendo realizadas plenamente, os profissionais da navegação avaliam que as empresas tendem a avançar nessa tarefa.

Diversas empresas do setor, como a brasileira Transpetro e empresas estrangeiras diversas, vêm anunciando medidas e iniciativas importantes para a redução de suas emissões. Dentre as ações que vêm sendo anunciadas e implementadas, podemos citar o de combustíveis alternativos, a motorização mais eficiente e as melhorias no design do casco como as mais

frequentes. No caso brasileiro, além das fontes tradicionais, abre-se a possibilidade de utilizarem-se créditos carbono para financiar a implementação das medidas necessárias para a adequação da frota às exigências da legislação, uma vez que está em fase final de tramitação no Congresso a criação do Mercado Carbono brasileiro.

Importante ressaltar que o transporte marítimo, mesmo nos moldes atuais, diminui os impactos ambientais negativos do transporte rodoviário de cargas, modo hoje predominante no Brasil. O desenvolvimento do transporte marítimo, somado à redução de emissões na navegação de cabotagem pode apresentar um impacto positivo na redução de emissões no Brasil.

Podemos observar ainda, que a necessidade de evolução do transporte marítimo, para fazer frente às necessidades impostas pelas mudanças climáticas, vem implicando no desenvolvimento de novas tecnologias na construção naval, em motores mais eficientes e energeticamente sustentáveis, atendendo às boas práticas de desenvolvimento sustentável. No entanto, o uso de combustíveis alternativos e seu armazenamento seguros ainda estão em desenvolvimento e pedem uma logística portuária ambientalmente coerente com a sustentabilidade.

Embora as normas e diretrizes estabelecidas pela IMO visem a diminuir os impactos ambientais causados pelo transporte marítimo, a eficácia de suas medidas depende de sua implementação abrangente considerando as realidades regionais, padrão da fiscalização, e participação da indústria e da sociedade, que apesar de sentir os efeitos das mudanças climáticas, ainda não despertou a ponto de interagir proativamente nessa questão.

No contexto brasileiro, as emissões de gases por navios apresentam um quadro que reflete tanto os avanços quanto as lacunas nas políticas ambientais. As iniciativas locais, como a adoção de tecnologias mais limpas e práticas de monitoramento aprimoradas, são passos importantes, mas ainda há desafios significativos a serem superados. Entre eles, destaca-se a necessidade de maior integração entre autoridades, marítima, portuária, armadores e agências reguladoras para garantir o cumprimento das normas internacionais e das melhores práticas.

O esforço mundial para impedir as mudanças climáticas e a redução das emissões de gases por navios, requer um esforço contínuo e coordenado. A comunidade internacional deve manter e intensificar seus compromissos reguladores, enquanto portos e países devem adaptar essas diretrizes às suas realidades locais. Somente com uma abordagem multidimensional e uma colaboração verdadeira entre os atores, governamentais e privados, considerando uma sociedade sem exclusões, será possível alcançar uma redução significativa nas emissões. A

eliminação dos impactos ambientais negativos oferecidos pela navegação marítima, deve ser objetivo fundamental dentre as ações propostas para um futuro sustentável de maneira universal.

A luta contra as mudanças climáticas e a redução das emissões de gases por navios requer um esforço contínuo e coordenado. A comunidade internacional deve manter e intensificar suas ações regulatórias, enquanto os portos e países devem adaptar essas diretrizes às suas realidades locais. Somente com uma abordagem multifacetada, colaborativa e eficiente entre todas as nações, visando ao bem comum, será possível alcançar uma redução significativa nas emissões e mitigar os impactos ambientais da navegação marítima, contribuindo para um futuro mais sustentável para todos.

Vêm ocorrendo avanços significativos, no mundo e no Brasil, mas o caminho a percorrer ainda está longe de chegar ao fim.

Com relação às hipóteses apresentadas, verificamos, conforme descrito nas conclusões, que as legislações internacional e brasileira de transporte marítimo são robustas e vêm se adequando às demandas de redução de emissões do setor, mas necessitam de readequação constante, exigindo ainda maior celeridade e fiscalização.

Há iniciativas relevantes por parte das autoridades e empresas brasileiras do setor, embora haja a necessidade de completar-se implementação.

Há, de forma predominante, entre os profissionais da navegação brasileiros, a percepção de que há mudanças positivas em curso.

REFERÊNCIAS

- ABAC. Associação Brasileira dos Armadores da Cabotagem. **Cadastro de Embarcações Operadas pelas Empresas ABAC**. Disponível em :<<https://abac-br.org.br/embarcacoes/>>. Acesso em: 10 Ago. 2024.
- ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/>. Acesso em: 10 Jul. 2024.
- ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em:<<https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/transpcabotagem.html>>. Acesso em: 01 Ago. 2024.
- BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre financiamento climático**. Washington, DC: Banco Mundial, 2022.
- BLACHIER, Sonia. Merchant fleet. UNCTAD Handbook of Statistics 2023. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023ch2_en.pdf. Acesso em: 25 Jul. 2024.
- BRASIL, 2013. BRASIL. **Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta, pela União, de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 6 jun. 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112815.htm>. Acesso em 01 Ago. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997. **Dispõe sobre o transporte aquaviário e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 jan. 1997.
- BRASIL. Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional (LESTA)**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, 12 dez. 1997.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima** — Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 08 Ago. 2024.
- CARVALHO, Diana Mendonça de. VEIGA, José Eli da. O Desenvolvimento Agrícola: Uma Visão Histórica. São Paulo: Edusp-Hucitec, 1991. **Revista GeoNordeste**, n. 1, p. 172-180, 2012.
- CENCI, Daniel Rubens; LORENZO, Cristian A. **A mudança climática e o impacto na produção de alimentos: alguns elementos de análise da realidade brasileira e argentina**. 2020. Disponível em: <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/127688/CONICET_Digital_Nro.c62ac475-e1e5-4f55-b006-b8b413e68657_B.pdf?sequence=5>. Acesso em: 07 Ago. 2024.

EPA, 2021. UNITED STATES. **Environmental Protection Agency. EPA.** Disponível em: <https://www.epa.gov>. Acesso em: 10 Jul. 2024.

EPBR. Agência EPBR. **BNDES prevê R\$ 2 bi para renovação de frota de navios com foco em combustíveis sustentáveis** Disponível em: <<https://epbr.com.br/bndes-preve-r-2-bi-para-renovacao-de-frota-de-navios-com-foco-em-combustiveis-sustentaveis/>>. Acesso em: 08 Ago. 2024.

EPBR 2024. Agência EPBR. **Transpetro lança programa de contratação com previsão de navios conversíveis para metanol e etanol.** Disponível em: <<https://epbr.com.br/transpetro-lanca-programa-de-contratacao-com-previsao-de-navios-conversiveis-para-metanol-e-etanol/>>. Acesso em 08 Ago. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Reducing emissions from the shipping sector. 2019.** Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en. Acesso em: 15 Jul. 2024.

FERNANDES, Nicolas et al. Apreciação e reflexões: mudanças de clima e a transição energética. **Revista Técnica Ciências Ambientais**, v. 1, n. 7, p. 1-14, 2023. Disponível em: <<https://ipabhi.org/repositorio/index.php/rca/article/view/100>>. Acesso em: 07 Ago. 2024.

FORSTER, Piers M. et al. Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence. **Earth System Science Data**, v. 15, n. 6, p. 2295-2327, 2023. Disponível em: <<https://essd.copernicus.org/articles/15/2295/2023/essd-15-2295-2023.html>>. Acesso em: 07 Ago. 2024.

FREY, Marco; SABBATINO, Alessia. The role of the private sector in global sustainable development: The UN 2030 agenda. **Corporate responsibility and digital communities: An international perspective towards sustainability**, p. 187-204, 2018.

HANSEN, James E. et al. Global warming in the pipeline. **Oxford Open Climate Change**, v. 3, n. 1, p. kgad008, 2023.

HANSEN, James. **Storms of my grandchildren: A verdade sobre a catástrofe climática que se aproxima e nossa última chance de salvar a humanidade.** Bloomsbury Publishing USA, 2010. Disponível em: <<https://epbr.com.br/raizen-e-wartsila-vao-testar-etanol-no-transporte-maritimo/>>. Acesso em: 08 Ago. 2024.

IMO. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. 2018.** Disponível em: <<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx>>. Acesso em: 08 Jul. 2024.

IMO. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Shipping and World Trade.** Disponível em: <<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Shipping-and-World-Trade.aspx>>. Acesso em: 20 Jul. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018.** Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 28 Jul. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>. Acesso em: 28 Jul. 2024.

ITOPF. INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION. Disponível em: <<https://www.itopf.org/>>. Acesso em: 01 Ago. 2024.

ITWF. INTERNATIONAL TRANSPORT WORKERS' FEDERATION. **Global Seafarers' Union.** Disponível em: <<https://www.itfseafarers.org/en/about-us/global-seafarers-union>>. Acesso em: 25 Jul. 2024.

LUCENA, Iamara Feitosa Furtado et al. **Cooperação Internacional e extrafiscalidade tributária: ferramentas para implementação da agenda 2030 e de políticas de energia limpa no Estado do Ceará/Brasil.** 2020. Disponível em: <<https://tede.unisantos.br/bitstream/tede/6582/1/Iamara%20Feitosa%20Furtado%20Lucena.pdf>>. Acesso em: 07 Ago. 2024.

MARINE INSIGHT. **Global Containership Fleet To Exceed 30 Million TEU Mark In 2024.** Disponível em: <<https://www.marineinsight.com>>. Acesso em: 03 Ago. 2024.

MARPOL73/78. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL. **Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, 1973, modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78).** Disponível em: <https://www.normas.com.br/legislacao/marpol73-78> Acesso em: 10 Ago. 2024.

MATÍES, R. G. Las entidades locales y los objetivos de desarrollo sostenible. Algunas notas sobre la naturaleza jurídica de la Agenda 2030. **Revista Española de Derecho Administrativo**, v. 0, n. 5, p. 10347, 2016.

MCNEILL, J. R. *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World.* Norton & Company, 2000.

NU. NAÇÕES UNIDAS. **Acordo de Paris. 2015.** Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>>. Acesso em: 10 Ago. 2024.

NU. NAÇÕES UNIDAS. **Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto. 2012.** Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol>. Acesso em: 10 Ago. 2024.

NU. NAÇÕES UNIDAS. **Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** 1997. Disponível em: https://unfccc.int/kyoto_protocol. Acesso em: 10 Ago. 2024.

ONU. Nações Unidas. **Relatório Anual da UNFCCC. Nações Unidas, 2023.** Disponível em: <https://unfccc.int/annual-reports>. Acesso em: 05 Ago. 2024.

ONU. United Nations. **Acordo de Paris. Nações Unidas, 2021.** Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>>. Acesso em: 02 Ago. 2024.

ONU. United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations General Assembly, 2015.** Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 20 jul. 2024.

ONU. Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Nações Unidas, 2022.** Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>>. Acesso em: 05 Ago. 2024.

ONU. United Nations. **Millennium Declaration. United Nations General Assembly, 2000.** Disponível em: <https://www.un.org/en/development/devagenda/millennium.shtml>>. Acesso em: 16 Jul. 2024.

ONU. United Nations. **Secretary-General, Launching Sustainable Development Goals Report 2024, Says World Is Failing to Secure Peace, Confront Climate Change, Boost Finance, Urging Action.** Disponível em: <https://press.un.org/en/2024/launch-sdg-report>>. Acesso em: 05 Ago. 2024.

OUR WORLD IN DATA. **Greenhouse gas emissions by sector. 2023.** Disponível em: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>>. Acesso em: 01 Ago. 2024.

SANER, Raymond; YIU, Lichia; KINGOMBE, Christian. The 2030 Agenda compared with six related international agreements: valuable resources for SDG implementation. **Sustainability Science**, v. 14, n. 6, p. 1685-1716, 2019.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Conheça as emissões de gases de efeito estufa do Brasil.** Disponível em: <https://seeg.eco.br/>. Acesso em: 09 Ago. 2024.

SOUZA, R. M. **Cabotagem no Brasil: desafios e oportunidades.** Rio de Janeiro: Editora Marítima, 2019.

STEFFEN, W.; et al. "The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship." **Ambio**, 40(7), 739-761, 2011.

STEIN, Marcelino André et al. **Bandeiras de conveniência: análise jurídica e econômica.** Novas Edições Acadêmicas, 2015.

UNCTAD, CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO. **Review of Maritime Transport 2023.** Genebra: UNCTAD, 2023. Disponível em: <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2023>>. Acesso em 10 Ago. 2024.

UNCTAD. **UNCTAD Handbook of Statistics 2023**. Disponível em: <https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023ch2_en.pdf>. Acesso em: 25 Jul. 2024.

UNDP,2023. UNDEP (United Nations Development Programme). 2023 **Global Multidimensional Poverty Index (MPI): Unstacking global poverty: Data for high impactation. New York**. Disponível em: <<https://hdr.undp.org>>. Acesso em 01 Ago. 2024.

UNEP. United Nations Environment Program. Emissions. **Gap Report 2023**.Disponível em: <<https://www.unep.org/emissions-gap-report-2023>>. Acesso em: 7 Ago. 2024.

UNFCCC. **Paris Agreement. 2015**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 1 Agosto de 2024.

UNFCCC. **UN Climate Change Quarterly Update: Q1 2024**. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/2024-update>. Acesso em: 29 Jul. 2024.

WRI. **Transport Sector Emissions: Aviation**. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/data/transport-sector-emissions>. Acesso em: 08 Ago. 2024.

