



Tiago André Fernandes de Oliveira Martinho

A Descarbonização Marítimo-portuária e a Economia Azul da União Europeia

Dissertação com vista à obtenção do grau de
Mestre em Direito e Economia do Mar

Orientador:

Doutor Duarte Lynce de Faria

Professor da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa

Setembro de 2023



Tiago André Fernandes de Oliveira Martinho

A Descarbonização Marítimo-portuária e a Economia Azul da União Europeia

Dissertação com vista à obtenção do grau de
Mestre em Direito e Economia do Mar

Orientador:

Doutor Duarte Lynce de Faria

Professor da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa

Setembro de 2023

Declaração de Compromisso de Antiplágio

Declaro por minha honra que o trabalho que apresento é original e que todas as minhas citações estão corretamente identificadas. Tenho consciência de que a utilização de elementos alheios não identificados constitui uma grave falta ética e disciplinar.

Lisboa, 13 de setembro de 2023

Tiago André Fernandes de Oliveira Martinho

Agradecimentos

Agradeço à *NOVA School of Law*, designadamente aos Docentes com quem tive a oportunidade e o privilégio de partilhar experiências e adquirir novos conhecimentos.

Um sentido agradecimento ao meu Orientador, Professor Doutor Duarte Lynce de Faria, pela sua confiança, permanente disponibilidade e paciência, pelas suas sugestões e comentários, sem os quais este trabalho não teria sido possível de concluir.

Finalmente, mas não menos importante, um agradecimento à minha família, em especial à minha mulher, Cátia Borja Manuel, pelo permanente apoio e motivação, particularmente nos momentos mais difíceis, mantendo-me sempre focado no essencial.

A todos, o meu bem-haja e muito obrigado!

Modo de citar e outras convenções

A presente dissertação segue as Normas Portuguesas NP n.º 405-1 e n.º 405-4 do Instituto Português da Qualidade, como e também recomendado nas Regras de Estilo indicadas pela Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa. Todas as abreviaturas utilizadas no texto encontram-se devidamente identificadas na lista de abreviaturas.

Expressões em língua estrangeira, assim como em latim, encontram-se em itálico.

Declaração de conformidade dos carateres

Declaro que o corpo da dissertação, cumprindo o limite previsto pelo n.º 4 do artigo 33.º do Regulamento n.º 824/2021, de 2 de setembro, incluindo espaços e notas, ocupa um total de 156.025 carateres.

Resumo

O transporte marítimo é o principal meio de transporte comercial, transporta 90% do volume mundial de mercadorias, sendo o pilar da cadeia de abastecimento do comércio global. A frota marítima da União Europeia representa cerca de 40% da frota mundial, constitui um contributo de 147 mil milhões de euros para o produto interno bruto da União Europeia tendo gerado, toda a Economia Azul da União Europeia, 667,2 mil milhões de euros em 2019.

Este contributo para a economia reflete-se também no consumo de combustíveis fósseis e, consequentemente, nas emissões de gases de efeito estufa. O transporte marítimo, de todo o tráfego que navega na Europa, representa entre 3 e 4% do total das emissões de dióxido de carbono da União Europeia, podendo vir a aumentar, pois o comércio marítimo continua a crescer.

Face a esta tendência, não só europeia, mas mundial, têm sido vários os esforços internacionais para conter as emissões de gases de efeito estufa e contraria o avanço das alterações climáticas, que se têm destacado ao longo da última década. São várias as ações políticas, os tratados e acordos, os regulamentos e diretivas, que procuram encontrar soluções para apoiar a descarbonização do setor marítimo-portuário. Seguindo e cumprindo as aspirações da Organização Marítima Internacional, no que respeita às medidas para alcançar as metas de descarbonização, a União Europeia pretende impulsionar a aceleração da descarbonização com medidas ainda mais ambiciosas.

Para alcançar e cumprir com as metas impostas, os armadores, operadores, estaleiros e administrações portuárias, procuram, em articulação próxima com os avanços tecnológicos, encontrar vias energéticas, quer por intermédio da eficiência energética, quer por intermédio de combustíveis alternativos, soluções para diminuir as emissões sem prejudicar a economia.

São vários os estudos que têm sido feitos para encontrar alternativas que consigam, por um lado, ser implementadas a bordo e, por outro lado, sejam possíveis de edificar em infraestruturas nos portos a nível global, podendo levar a longo prazo a emissões zero, como o amoníaco verde e o hidrogénio verde, quando produzidos a partir de eletricidade limpa.

Palavras-chave: Marítimo-portuário; Transporte Marítimo, Descarbonização; Combustíveis Alternativos; Economia Azul.

Abstract

Nowadays, shipping is the main mode of commercial transportation. As the backbone of the global trade supply chain, shipping carries around 90% of the volume of international trade in goods. 40% of the global fleet belongs to the European Union. This fleet contributes with €147 billion to the European Union's gross domestic product, which has generated €667.2 billion in the global European Union Blue Economy in 2019.

Despite the benefit provided by the fossil fuels to the economy, its consumption contributes to the greenhouse gas emissions. The shipping carbon dioxide emission of all maritime traffic in Europe is between 3 and 4% of global emissions. As maritime trade is increasing, emissions are continuing to raise.

Furthermore, many efforts have been made to reduce greenhouse gas emissions and stop climate change to face this European and worldwide challenge of last decade. Several policies, treaties and agreements, regulations and directives were issued to make progress in Shipping and Port decarbonisation. The European Union not only follows the International Maritime Organization targets to meet the international decarbonisation goals but is also stepping decarbonisation up with more ambitious targets.

Shipowners, vessel operators, shipyards and port management entities are trying to find new energy vectors solutions with the latest technological advances. They desire to fulfil the goals of emissions reduction without damage the economy, either through energy efficiency or alternative fuels.

Moreover, studies are being made to find alternative roads to improve and adapt ships and build new ports infrastructures across the world. Thus, the long-term purpose is to achieve zero emissions, using green ammonia and green hydrogen, both coming from clean energy.

Keywords: Ports and Shipping sector; Shipping; Decarbonisation; Alternative fuels; Blue Economy.

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AIS	<i>Automatic Identification System</i> – Sistema Automático de Identificação
CE	Comissão Europeia
CELE	Comércio Europeu de Licença de Emissões
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
CO₂	Dióxido de Carbono
CO_{2e}	Dióxido de Carbono Equivalente
CQNUAC	Convenção Quadro das NU para as Alterações Climáticas
CRBC	Combustíveis Renováveis de Baixo Carbono
CSM	Conta Satélite do Mar
DER	Diretiva de Energias Renováveis
DTE	Diretiva de Tributação da Energia
EA	Economia Azul
ECA	Área de Controlo de Emissões
EEDI	Índice do Desenho de Eficiência Energética
EEE	Espaço Económico Europeu
EEXI	Índice <i>Energy Efficiency Existing Ship</i>
EJ	Exajoule
ESPO	<i>European Sea Port Organization</i>
GEE	Gases de efeito de estufa
GNL	Gás Natural Liquefeito
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
GT	Arqueação Bruta – <i>Gross Tonnage</i>
IIC	Indicador de Intensidade de Carbono
IMO	<i>International Maritime Organization</i> (Organização Marítima Internacional)
IPCC	<i>Intergovernmental Panel Climate Change</i>
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
MEPC	<i>Marine Environment Protection Committee</i>

MJ	Megajoule
MP	Marítimo-portuário
Mt	Milhões de toneladas
NOx	Óxido de Azoto
NU	Nações Unidas
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico
Ocean Panel	Painel de Alto Nível para uma Economia Sustentável do Oceano
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
OPS	Capacidade de eletricidade no cais
PEE	Pacto Ecológico Europeu
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Partículas em suspensão
SEEMP	Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio
SOx	Óxido de Enxofre
TEN-T	Rede de Transportes Transeuropeia
Tkm	Tonelada-quilómetro
UE	União Europeia
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VLCS	<i>Very Large Container Ship</i> (Porta-contentores de grandes dimensões)

Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	ENQUADRAMENTO TEÓRICO E METODOLÓGICO	7
2.1.	ESTADO DA ARTE	7
2.2.	BASE CONCEPTUAL	9
2.2.1.	Descarbonização.....	9
2.2.2.	Economia Azul	10
2.2.3.	Setor Marítimo	11
2.2.4.	Setor Portuário.....	12
2.3.	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	12
2.3.1.	Metodologia.....	12
2.3.2.	Percurso de Investigação	13
3.	POSICIONAMENTO DO SETOR MARÍTIMO-PORTUÁRIO NA ECONOMIA AZUL	14
3.1.	O PERCURSO DA ECONOMIA AZUL	15
3.2.	O CONTRIBUTO DO SETOR PARA A ECONOMIA AZUL	18
4.	A DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR MARITIMO-PORTUÁRIO	20
4.1.	A POSIÇÃO DO SETOR.....	21
4.2.	A DESCARBONIZAÇÃO	25
5.	REVISÃO E ENQUADRAMENTO DAS POLÍTICAS DE DESCARBONIZAÇÃO	28
5.1.	SETOR DO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	29
5.1.1.	Nível Internacional	29
5.1.2.	Nível Regional	32
5.2.	SETOR PORTUÁRIO	36
6.	AÇÕES DE DESCARBONIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO	41
6.1.	SETOR DO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	42
6.1.1.	Eficiência Energética	42
6.1.2.	Combustíveis Renováveis de Baixo Carbono.....	43
6.1.3.	O Futuro dos Combustíveis para a Descarbonização	49
6.2.	SETOR PORTUÁRIO	51
6.3.	PERSPETIVAS E AMBIÇÕES PARA O SETOR.....	53
7.	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

Índice de Apêndices

Apêndice A — Modelo de análise	Apd A - 1
Apêndice B — Legislação de Referência da União Europeia.....	Apd B - 1
Apêndice C — Riscos tecnológicos, comerciais e regulamentares existentes na transição energética do setor marítimo-portuário	Apd C - 1
Apêndice D — Prioridade Ambientais do Setor Portuário	Apd D - 1
Apêndice E — Ações cruciais necessárias para viabilizar a utilização de metano e metanol nesta década.....	Apd E - 1

Índice de Figuras

Figura 1 - Comércio Marítimo Internacional por tipo de carga ao longo dos anos, em milhões de toneladas carregadas.....	2
Figura 2 - Atividade do Transporte marítimo global - as vias marítimas	3
Figura 3 - Setores e Subsetores da Economia Azul da União Europeia	15
Figura 4 - Média de emissões de gases de efeito de estufa por tipo de transporte, UE, 2014-2018.	22
Figura 5 - Indicadores de nível superior para transporte de mercadorias, UE, 2014-2018, por de componentes de GEE.	23
Figura 6 - Emissões de CO ₂ do transporte marítimo por tipo de navio.....	26
Figura 7 – Evolução das dez prioridades ambientais do setor portuário.....	Apd D -1

Índice de Quadros

Quadro 1 - Principais indicadores da Economia Azul, 2019	18
Quadro 2 - Modelo de análise	Apd A - 1
Quadro 3 - Resumo dos Regulamentos e Políticas aplicadas à redução de GEE no setor Portuário.....	Apd B - 1
Quadro 4 - Riscos associados à transição energética	Apd C - 1
Quadro 5 - Ações cruciais para o Metanol	Apd E - 1
Quadro 6 - Ações cruciais para o Metano	Apd E - 2

1. Introdução

Em 27 de junho de 2022, em Lisboa, na Conferência dos Oceanos, intitulada “*Our Ocean, Our Future, Our Responsibility*”, o secretário-geral das Nações Unidas (NU), António Guterres, referiu que “infelizmente, nós tomamos o Oceano como garantido, e agora enfrentamos algo que chamaria de «emergência dos Oceanos»”, tendo incentivado ao diálogo para se debaterem as soluções do setor marítimo. Os humanos, desde os seus primórdios, sempre usufruíram do mar, utilizando-o principalmente para recolha de alimento e arremesso de desperdícios, sem se preocuparem com as efetivas consequências dos seus atos. Com o passar dos tempos a visão do Homem tornou-se mais consciente relativamente aos limites do Oceano e às implicações que as suas ações têm. O enviado especial das NU para o Oceano, Peter Thomson, diz que “não se pode ter um planeta saudável sem um Oceano saudável¹”.

De forma a enquadrar a utilização do Oceano e a ligação humana com ele, torna-se premente reconhecer alguns factos estatísticos da sua grandeza. Cerca de 70% da superfície da Terra é ocupada pelo Oceano, o qual representa 97% da água existente no planeta. Acresce ainda que 40% da população mundial vive a menos de 100 km da costa, encontrando-se nesta região do planeta 75% das megacidades² mundiais³. Consequentemente, o transporte marítimo, por ser um método eficiente e económico, tornou-se o principal meio de transporte comercial, sendo a espinha dorsal da cadeia de abastecimento e do comércio global⁴, uma vez que hoje mais de 90% do volume mundial de mercadorias é transportada por mar⁵.

¹ UNITED NATIONS - **Interview Peter Thomson: Moving the needle on the sustainable blue economy** [Em linha], atual. 2021. Disponível em WWW:<URL: <https://www.un.org/en/climate-change/peter-thomson-sustainable-blue-economy>>.

² Cidades com mais de 10 milhões de habitantes.

³ KNELLER, Sam - **Coastal Zones, Home to Forty percent of World Population** [Em linha], atual. 24 mai. 2020. Disponível em WWW:<URL: <https://medium.com/the-explanation/coastal-zones-home-to-forty-percent-of-world-population-dbbced0fee62>>.

⁴ UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT - **Review of Maritime Transport 2019**. Genova: [s.n.].

⁵ EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The EU shipping Industry: A Success Story** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/strategic-priorities>>.

A Figura 1 mostra a crescente procura, ao longo dos anos, pelo comércio marítimo internacional, por tipo de carga, em milhões de toneladas carregadas. A procura global pelo comércio marítimo, o qual tem crescido a uma taxa de 1,2% ao ano desde 1970, está a ampliar o número de rotas marítimas e a intensidade do transporte marítimo.

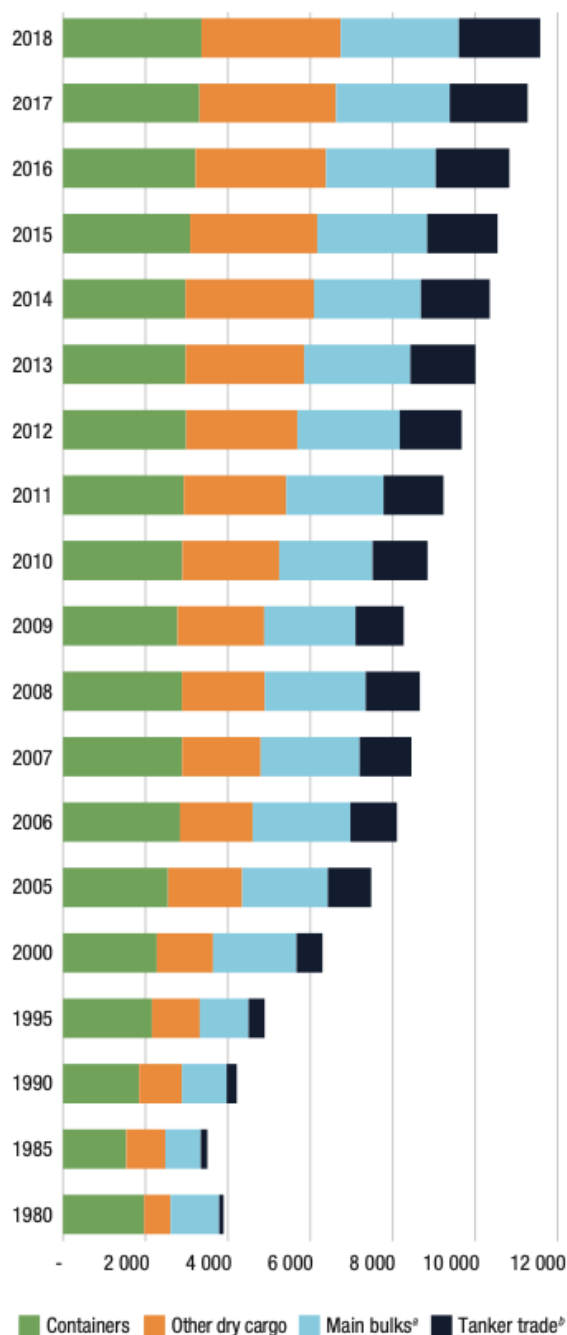


Figura 1 - Comércio Marítimo Internacional por tipo de carga ao longo dos anos, em milhões de toneladas carregadas⁶.

⁶ Adaptado de UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT - **Review of Maritime Transport 2019**. Genova: [s.n.].

Em algumas regiões do Oceano, a intensidade de navios é tão elevada que o tráfego marítimo é permanentemente visível quando seguido em cartas náuticas (Figura 2) através de métodos de monitorização satélite e radiodifusão (como por exemplo o *Automatic Identification System* (AIS⁷)). O número de rotas marítimas oferece uma cadeia logística eficiente e económica para o transporte de mercadorias por via marítima, mas, embora estas sejam essenciais para o comércio e economia mundial, o transporte marítimo está a afetar negativamente o ambiente marinho e atmosférico.

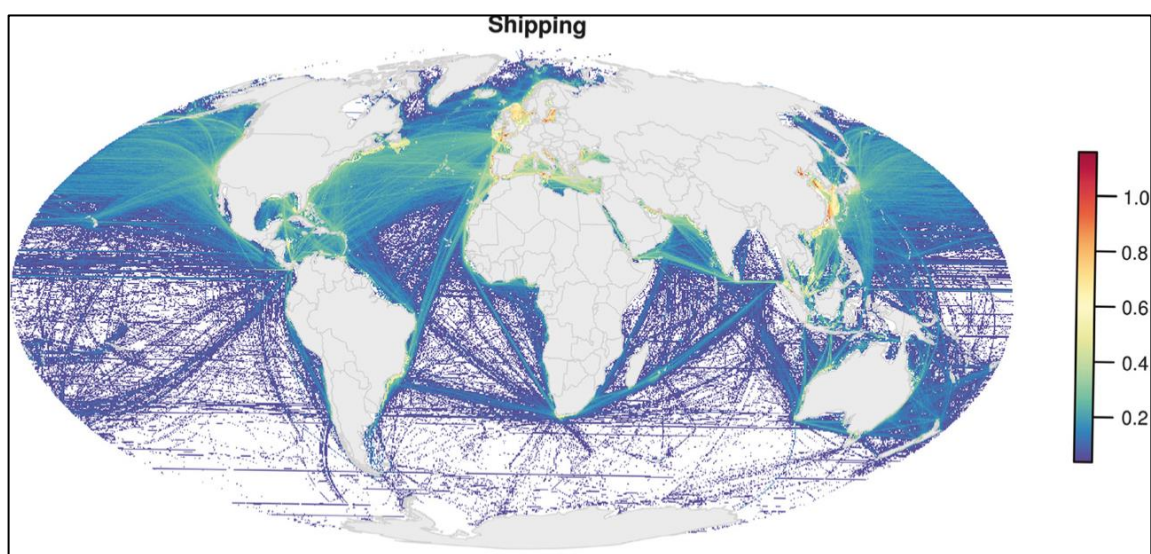


Figura 2 - Atividade do Transporte marítimo global - as vias marítimas⁸

Os navios produzem poluição através de fugas de óleo, poluentes atmosféricos e emissões de gases de efeito estufa (GEE), os quais contribuem para mudanças químicas dos oceanos que resultam na sua acidificação. Os portos também são alvo de poluição, pelo risco de invasões biológicas através de descargas de água de lastro e pela poluição acústica associada aos navios. Dado que se prevê que os impactos do transporte marítimo aumentem à medida que a procura pelo comércio marítimo internacional continua a crescer, há uma necessidade urgente de desenvolver estratégias eficazes de mitigação⁹.

⁷ É um sistema automático de localização que utiliza transdutores rádio e satélite em navio.

⁸ Adaptado de PIROTTA, Vanessa *et al.* - Consequences of global shipping traffic for marine giants. **Frontiers in Ecology and the Environment**. 17:2018) 39–47.

⁹ PIROTTA, Vanessa *et al.* - Consequences of global shipping traffic for marine giants. **Frontiers in Ecology and the Environment**. 17:2018) 39–47.

Mundialmente, milhares de portos lidam com o comércio marítimo, sendo estes as portas de acesso ao comércio global e, por esse motivo, são considerados um catalisador para o desenvolvimento económico dos países. Apesar de navios e portos serem fundamentais na economia mundial e, fundamentais nas cadeias de abastecimento globais, a dependência de combustíveis fósseis gera emissões antrópicas, incluindo externalidades ambientais, como GEE e os poluentes atmosféricos (emissões de óxido de enxofre (SOx), óxido de azoto (NOx), entre outros). Embora o transporte marítimo seja considerado um modo eficiente em termos de emissões por unidade de carga transportada, as suas emissões de GEE tornam-no no sexto maior emissor entre as nações. De acordo com o quarto estudo de GEE da Organização Marítima Internacional (IMO), de 2020, as emissões totais de GEE dos navios (expressas em dióxido de carbono equivalente (CO₂e)¹⁰) aumentaram 9,6%, de 977 milhões de toneladas (Mt) para 1076 Mt, entre 2012 e 2018, tendo aumentado, no mesmo período, as emissões de dióxido de carbono (CO₂) em 9,3%, ou seja, de 962 Mt para 1056 Mt¹¹.

Pese embora o transporte marítimo seja o melhor indicador do crescimento económico mundial, o efeito colateral tem sido o impacto sobre a complexidade das medidas de descarbonização. A procura de baixas emissões de SOx e NOx, desencadeou uma tendência para combustíveis mais limpos, assim como a preocupação com a redução das emissões de GEE, que têm chamado a atenção de governos de todo o mundo. Neste âmbito, desde 2011, a IMO implementou uma medida regulatória de requisitos de eficiência energética para todos os navios com o desígnio de reduzir as emissões de gases do setor marítimo, através de programas como o Índice do Desenho de Eficiência Energética (*Energy Efficiency Design Index* - EEDI) e o Plano de Gestão de Eficiência Energética do Navio (*Ship Energy Efficiency Management Plan* - SEEMP)¹².

¹⁰ É uma medida internacional que tem como finalidade estabelecer a equivalência entre todos os GEE e o CO₂. Isto é, em teoria, os restantes GEE são convertidos em CO₂ para facilitar a análise dos impactos das emissões globais. GOLD ENERGY - **Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e)** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://goldenergy.pt/glossario/dioxido-carbono-equivalente-co2e/>>.

¹¹ ALAMOUSH, Anas S.; ÖLÇER, Aykut I.; BALLINI, Fabio - Ports' role in shipping decarbonisation: A common port incentive scheme for shipping greenhouse gas emissions reduction. Em **Cleaner Logistics and Supply Chain**. Malmö: [s.n.] v. 3.

¹² SANTOS, Vinícius Andrade Dos; SILVA, Patrícia Pereira Da; SERRANO, Luís Manuel Ventura - The Maritime Sector and Its Problematic Decarbonization: A Systematic Review of the Contribution of Alternative Fuels. **Energies**. 15:2022).

Um dos objetivos da União Europeia (UE), assim como dos seus Estados Membros, é reduzir consideravelmente as emissões de GEE para alcançar o proposto pelo acordo de Paris. Este objetivo encontra-se expresso no Pacto Ecológico Europeu (PEE), que estabelece a ambição de alcançar a neutralidade climática até 2050. Para o setor dos transportes que, atualmente, representa 24,6% das emissões totais da UE, o PEE prevê uma redução de 90% até 2050 em comparação com 1990. A Estratégia de Mobilidade Sustentável e Inteligente da Comissão Europeia (CE), publicada em dezembro de 2020, apela a uma “ação decisiva para transferir mais atividades para modos de transporte mais sustentáveis”¹³. Esta estratégia prevê que o transporte fluvial e o transporte marítimo de curta distância devam aumentar 25% até 2030 e 50% até 2050.

Para que possamos continuar a fazer uso do Oceano e dos seus benefícios, enquanto fonte imensa de recursos e biodiversidade, bem como o mais importante regulador climático, este deve ser conservado, devendo-se tomar medidas ambientais que o concretizem, através de ações políticas que permitam um uso equilibrado. Têm sido, neste quadro, traçadas várias medidas para atingir a meta de redução de 50% das emissões até 2050.

Assumindo como base, a importância do papel desempenhado pelo setor marítimo na economia mundial, o presente trabalho de investigação circunscreve-se aos setores do transporte marítimo e portuário, sendo delimitado em três domínios, nomeadamente tempo, espaço e conteúdo. Relativamente ao domínio temporal, delimita-se no período entre 2000 e 2022, por forma a verificar o incremento de decisões políticas e regulamentares no âmbito da descarbonização durante o século XXI. No domínio do espaço, delimita-se à UE, permitindo abarcar as questões do transporte marítimo na região do globo com as diretivas e ações regulamentares mais incisivas na descarbonização. Em termos de conteúdo, delimita-se à legislação da UE no âmbito da descarbonização, aplicável ao setor portuário e ao setor do transporte marítimo, correlacionado com a Economia Azul (EA) da UE.

¹³ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Estratégia de mobilidade sustentável e inteligente – pôr os transportes europeus na senda do futuro.** (2020).

O objetivo geral (OG) da presente investigação é analisar o efeito da descarbonização do setor marítimo-portuário (MP) na EA da UE. Com o intuito de atingir o OG, são respondidos os seguintes objetivos específicos (OE) que o fragmentam:

- OE 1: Resumir a EA na UE.
- OE 2: Identificar as medidas de descarbonização na UE aplicadas ao setor MP.
- OE 3: Analisar os contributos da descarbonização nas operações MP.

Por forma a desenvolver uma análise coerente, seguindo um fio condutor orientado para uma reflexão conjunta, o trabalho foi dividido em seis capítulos, para além da presente introdução (i); (ii) enquadramento teórico e metodológico – procurando enquadrar o leitor, familiarizando-o com conceitos centrais da investigação; (iii) posicionamento do setor MP na EA – onde se procura enquadrar o setor na EA da UE, assim como uma breve retrospeção da EA; (iv) a descarbonização do setor MP – onde se descreve o estado e as condições em que o setor se encontra no que respeita às emissões de GEE e às projeções de consumo de combustíveis fósseis caso não sejam tomadas ações que o contrariem; (v) enquadramento das políticas de descarbonização – onde se procura descrever as medidas adotadas internacionalmente no âmbito das alterações climáticas, no que respeita ao setor MP, com especial enfoque para as medidas regionais enquadradas ao espaço da UE, quer em termos de eficiência energética, quer em termos de combustíveis alternativos para o setor; (vi) ações de descarbonização em desenvolvimento – onde se faz um resumo sucinto da transição energética¹⁴ que está a ser efetuada no setor MP, descrevendo quais os combustíveis alternativos que estão a receber maior adesão e investimento do setor; culminando com as conclusões (vii), onde se atinge o OG da investigação, fazendo uma reflexão final sobre as contribuições do trabalho, procurando deixar alguns contributos e sugestões para outras pesquisas relacionadas com este tema.

¹⁴ “Conjunto de mudanças nos modelos de produção, distribuição e consumo de energia para alcançar uma maior sustentabilidade. O objetivo deste processo é transformar o atual sistema energético baseado em combustíveis fósseis num modelo elétrico construído a partir de energias renováveis e outras formas de redução de emissões.” IBERDROLA - **Transição energética** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/transicao-energetica>>.

2. Enquadramento Teórico e Metodológico

O presente capítulo apresenta os conceitos que resultam do processo de revisão da literatura, o que possibilita identificar o contexto onde se enquadra a investigação, bem como descrever o modelo de análise adotado e a metodologia utilizada na condução desta investigação.

2.1. Estado da Arte

No ato da elaboração desta dissertação constata-se que são vários os trabalhos que apontam para a necessidade urgente de alterar os combustíveis utilizados, quer para mitigar as emissões de GEE, quer para melhorar a qualidade do ar. Os combustíveis fósseis são a maior fonte de energia responsáveis pela emissão dos GEE, umas das principais causas para a ocorrência das alterações climáticas¹⁵. As alterações climáticas levam à mudança das atividades económicas, da produção e do uso dos recursos, repercutindo-se nas sociedades humanas, identificando-se como um dos maiores desafios para a atual e futuras gerações. Na procura de combustíveis alternativos, com baixos fatores de emissão de GEE e de outros poluentes, Pinho (2019) identifica o gás natural como uma solução.

As alterações climáticas, simultaneamente com o avanço da extinção dos recursos fósseis, promovem a produção de energias provenientes de fontes renováveis, levando a que a neutralidade carbónica seja um objetivo da transição energética a atingir em 2050¹⁶. Neste sentido, as NU propuseram, a nível mundial, limitar o aquecimento global em 1,5°C através de uma redução da emissão de GEE de 7,6% por ano até 2030¹⁷. Por sua vez, a UE com a publicação do PEE vai mais além, propondo a redução de, pelo menos, 55% das emissões de GEE até 2030

¹⁵ PINHO, Ana Catarina Almeida - **Emissão de gases com efeito de estufa na distribuição do gás natural**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, set. 2019 Dissertação de mestrado.

¹⁶ FERREIRA, Edgar Rodrigues - **O contributo potencial da energia eólica offshore para as metas de descarbonização da economia e do setor energético em Portugal para 2050**. Lisboa: Lisbon School of Economics & Management, out. 2021 Dissertação de mestrado.

¹⁷ UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - **The Emissions Gap Report 2019** [Em linha] Disponível em WWW:<URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?s=0>>.

em comparação com os níveis de 1990 e, tornar-se o primeiro continente com impacto neutro no clima até 2050¹⁸.

As iniciativas de transição energética fazem-se sentir um pouco por todo o mundo, encontrando-se os governantes sensibilizados para os aspetos da descarbonização. De destacar a proibição da venda de carros movidos a gasolina no estado da Califórnia até 2035, assim como a aspiração, por parte da República Popular da China, emissora de mais de um quarto do carbono existente na atmosfera, em atingir a neutralidade carbónica até 2060¹⁹.

Atendendo às consequências de utilização de combustíveis fósseis, quer no que respeita à sua escassez, quer à elevada quantidade de emissão de GEE, além das medidas políticas, são também diversos os estudos que procuram obter alternativas para encontrar, por um lado, uma energia limpa, reduzindo significativamente a quantidade de GEE libertados e, por outro, uma energia com um preço mais reduzido e acessível.

Ferreira (2021) elaborou um trabalho de investigação que demonstra o contributo da energia eólica *offshore* para as metas de descarbonização da economia e do setor energético em Portugal para 2050, concluindo que, esta tecnologia recente quando comparada com outras energias renováveis, tem mais disponibilidade em áreas contínuas, não é poluente visualmente para os cidadãos como é o caso da *onshore* e, aproveita a intensidade do vento mais relevante, longe da costa. Contudo, esta tecnologia pode criar conflitos de interesse com outras atividades marítimas e afetar os ecossistemas marinhos.

Branca (2021) desenvolveu um trabalho de investigação sobre o futuro do hidrogénio verde em Portugal, vendo neste uma solução para a descarbonização da economia portuguesa. Concluiu que são vários os desafios para esta tecnologia, desde a criação do quadro regulamentar para a aplicação, do quadro político para promover a produção, utilização e soluções sustentáveis, passando pela criação de infraestruturas para a sua adoção. Apesar de ser uma tecnologia emergente, existem poucas alternativas que podem funcionar tão bem como o hidrogénio.

¹⁸ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Pacto Ecológico Europeu**. (2019).

¹⁹ DELGADO, Fernanda - Broadcast Energia. **A Antitransição - Programa de Eficiência e Descarbonização nos Transportes**. (2020).

Santos (2022), efetuou um trabalho de investigação com o objetivo de adquirir conhecimento no combustível sustentável, tendo o hidrogénio como alternativa viável para solucionar o impacto ambiental que as viagens aéreas acarretam para o planeta. Concluiu que existem grandes projetos que envolvem o hidrogénio, tanto na construção de novas aeronaves como na modernização das infraestruturas dos aeroportos para suportar a futura procura.

Gray *et al.* (2021) realizaram um estudo para analisar os combustíveis de baixa emissão de carbono para os sectores marítimo, aéreo e rodoviário. Estes concluíram que a longo prazo, para novas construções no sector do transporte marítimo, a fim de alcançar uma energia de carbono zero, o hidrogénio e o amoníaco oferecem o caminho mais promissor para o transporte marítimo de baixa emissão de carbono.

Faria (2022), escreveu sobre a transição energética e as consequências do PEE, onde aborda as implicações do PEE e as iniciativas da UE no setor MP no âmbito da transição energética, tendo mencionado os passos que estão a ser dados na procura de soluções alternativas aos combustíveis fósseis, indicando os sistemas multicom combustível a curto prazo e os combustíveis verdes, produzidos sem emissão de CO₂, a longo prazo, como o hidrogénio e o amoníaco.

2.2. Base Conceptual

Efetuada o levantamento de significativa investigação científica que aborda a temática da descarbonização importa, para um melhor entendimento, realizar um enquadramento teórico, na definição de alguns conceitos, designadamente aqueles que integram o título do presente trabalho: Descarbonização, EA, Setor Marítimo, Setor Portuário.

2.2.1. Descarbonização

Nas décadas de 70 e 80, os defensores da descarbonização viram as suas causas serem renunciadas por um programa de adaptação às alterações climáticas, defendidas pelos economistas da época²⁰. Hoje, descarbonização, é uma temática cada vez mais presente nos vários sectores industriais da sociedade atual, tendo-se tornado uma prioridade para governos, empresas e sociedade em geral.

²⁰ ARONOWSKY, Leah - **A History of Decarbonization** [Em linha], atual. 17 nov. 2022. Disponível em WWW:<URL: <https://sofheyman.org/events/decarbonization-and-its-histories>>.

A forma como os vários setores da indústria estão a repensar os negócios, tornam a descarbonização numa estratégia crucial, para diminuir a concentração de GEE, numa altura em que as temperaturas globais continuam a subir.

A descarbonização refere-se ao processo de redução de emissões de carbono, sobretudo, CO₂ na atmosfera através da queima de combustíveis fósseis, ou seja, diminuição da produção de CO₂ por unidade de eletricidade produzida. Reduzir a quantidade de CO₂ resultante da produção e do transporte de energia é essencial para atender aos padrões globais de temperatura estabelecidos pelo Acordo de Paris²¹. De um modo geral, é alcançada recorrendo a sistemas energéticos diferentes, através da utilização de fontes de energia alternativas e sustentáveis, baseadas em eletricidade verde e moléculas verdes, como biocombustíveis e hidrogénio²². Tem, por principal objetivo, alcançar uma economia global reduzida para conseguir a neutralidade climática através da transição energética.

2.2.2. Economia Azul

A EA é um conceito emergente que visa melhorar o bem-estar humano e a equidade social, preservando a saúde do Oceano através de uma estrutura de desenvolvimento sustentável. Esta estrutura, integra a conservação de recursos naturais, extração de petróleo e recursos minerais, produção de energia sustentável e transporte marítimo, incorporando valores e serviços marinhos em modelos económicos e processos de tomada de decisão²³. Não existindo uma única definição para a EA, esta pode sofrer algumas adaptações. De acordo com o Banco Mundial, é definida como o “uso sustentável dos recursos oceânicos para o crescimento económico, melhoria dos meios de subsistência e empregos, preservando a saúde do ecossistema oceânico”. A CE define-a como “todas as atividades económicas relacionadas aos oceanos, mares e costas, cobrindo uma vasta gama de setores

²¹ TWI LTD - **What is decarbonization?** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-decarbonisation>>.

²² DELOITTE - **What is decarbonisation?** [Em linha], atual. mar. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/energy-resources-industrials/articles/what-is-decarbonisation.html>>.

²³ TIANMING, Gao *et al.* - Going North: China's Role in the Arctic Blue Economic Corridor. Em **International Collaboration, Economic Development, and Sustainability in the Arctic**. [S.l.]: IGI Global, 2018. p. 133–161.

emergentes e interligações estabelecidas”²⁴. O *Center for the Blue Economy* diz que “é um termo amplamente usado em todo o mundo com três significados relacionados, mas distintos - a contribuição geral dos oceanos para as economias, a necessidade de abordar a sustentabilidade ambiental e ecológica dos oceanos e, a economia do oceano como uma oportunidade de crescimento para países desenvolvidos e em desenvolvimento”²⁵.

Na sua essência, refere-se à dissociação do desenvolvimento socioeconómico, através de setores relacionados com o Oceano, das atividades de degradação ambiental e dos ecossistemas. Assim, um importante desafio para a EA é perceber que a gestão sustentável dos recursos marinhos requer colaboração entre os diversos Estados e, entre os setores público e privado numa escala mundial.

2.2.3. Setor Marítimo

O setor marítimo engloba um amplo leque de indústrias, subsectores e *stakeholders* com múltiplas ligações e interesses diferentes. De uma forma geral, todos os setores que são abrangidos pela EA estão incluídos no sector marítimo. No âmbito deste trabalho de investigação o setor marítimo refere-se, em exclusivo, ao transporte marítimo, nomeadamente, o transporte de passageiros e o transporte de mercadorias e bens, este último, usualmente referido como *shipping*, reconhecido como a espinha dorsal do comércio internacional. Este setor, em 2019, transportou mais de 11 mil milhões de toneladas de mercadoria em navios com mais de mil toneladas brutas, representado mais de 80% da carga em volume e, 70% em valor do comércio internacional, refletindo-se como o meio de transporte mais eficiente²⁶.

²⁴ UNITED NATIONS - **Blue Economy Definitions** [Em linha], atual. 2018. Disponível em WWW:<URL: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org/regularprocess/files/rok_part_2.pdf>.

²⁵ MIDDLEBURY INSTITUTE OF INTERNATIONAL STUDIES AT MONTEREY - **CBE History and Methodology** [Em linha], atual. 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://www.middlebury.edu/institute/academics/centers-initiatives/center-blue-economy/about/history>>.

²⁶ PIÑEIRO, Laura Carballo; MEJIA, Maximo Q.; BALLINI, Fabio - Beyond COVID-19: the future of maritime transport. **Nature Public Health Emergency Collection**. 2021) 127–133.

2.2.4. Setor Portuário

O setor portuário global é extremamente importante na economia, uma vez que, lida com dimensões económicas semelhantes ao transporte marítimo, movimenta mais de 80% do comércio global de mercadorias em volume e mais de dois terços de seu valor²⁷, contribuindo para uma elevada densidade populacional ao seu redor, a qual fornece mão-de-obra e serviços relacionados com a atividade portuária. Os portos, são infraestruturas críticas que impulsionam o crescimento e o desenvolvimento económico. Além de desempenharem um papel fundamental no comércio internacional, também criam empregos, geram riqueza e valor, contribuindo para o produto interno bruto (PIB) nacional e promovendo a expansão das indústrias relacionadas e das cidades próximas. Servindo como uma interface mar-terra e, um ponto de convergência entre outros meios de transporte, os portos atuam como portas de entrada para o comércio e fornecem acesso aos mercados globais para todos os países, incluindo os sem litoral. Os portos constituem-se como um elemento-chave nas cadeias de abastecimento mundial²⁸.

2.3. Enquadramento metodológico

2.3.1. Metodologia

Neste trabalho, o investigador posiciona-se, relativamente ao objeto de investigação, segundo uma orientação ontológica construtiva, sendo a realidade visualizada como uma construção social. Em termos de quadro epistemológico, efetuou-se uma abordagem interpretativista, competindo ao investigador a subjetividade dos fenómenos sociais²⁹.

Para o desenvolvimento do presente trabalho de investigação, seguiu-se uma metodologia de raciocínio dedutivo, tendo como ponto de partida uma teoria

²⁷ PIÑEIRO, Laura Carballo; MEJIA, Maximo Q.; BALLINI, Fabio - Beyond COVID-19: the future of maritime transport. **Nature Public Health Emergency Collection**. 2021) 127–133.

²⁸ ASARIOTIS, Regina; BENAMARA, Hassiba; MOHOS-NARAY, Viktoria - **Port Industry Survey on Climate Change Impacts and Adaptation** [Em linha], atual, 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://unctad.org/publication/port-industry-survey-climate-change-impacts-and-adaptation>>.

²⁹ SANTOS, Lúcio Agostinho Barreiros Dos; LIMA, Joaquim Manuel Martins Do Vale - **Orientações Metodológicas para Elaboração de trabalhos de investigação**. 2. ed. Lisboa: Instituto Universitário Militar, 2019

em busca de uma verdade particular³⁰, ou seja, com base em premissas do fenómeno geral (descarbonização), verificar-se-á um fenómeno particular (descarbonização do setor MP).

O percurso metodológico escolhido assenta numa estratégia de investigação qualitativa, "na medida em que a interpretação dos fenómenos sociais e a atribuição dos respetivos significados é feita a partir de padrões encontrados nos dados", pretendendo-se através da exploração do comportamento, compreender uma realidade social³¹.

Quanto ao desenho de pesquisa, a presente investigação aproxima-se da figura do modelo de estudo de caso que, consiste num procedimento metodológico através do qual o investigador procura recolher informação detalhada sobre uma única unidade de estudo, neste caso o setor MP na UE.

2.3.2. Percurso de Investigação

O percurso metodológico seguido na presente investigação, conforme modelo de análise (Apêndice A), compreende duas fases distintas: analítica e documental; avaliação e discussão dos resultados. A fase analítica assentou na recolha de dados, através de análise documental. A análise documental baseou-se no estudo dos diversos diplomas legais referentes, enquadrantes e balizadores da emissão de GEE, descarbonização e adaptação de novos combustíveis ao setor MP, bem como na exploração e estudo de diversos trabalhos académicos e técnicos da área em questão. Esta diversidade justifica-se pela procura de diferentes perspetivas de análise.

³⁰ *Ibidem*

³¹ SANTOS, Lúcio Agostinho Barreiros Dos; LIMA, Joaquim Manuel Martins Do Vale - **Orientações Metodológicas para Elaboração de trabalhos de investigação**. 2. ed. Lisboa: Instituto Universitário Militar, 2019

3. Posicionamento do Setor Marítimo-portuário na Economia Azul

A utilização do Oceano como fonte económica não surgiu nesta década. Ao longo dos séculos, diversos impérios envolveram o Oceano na sua economia, para exploração de recursos naturais (vivos e não vivos), comércio de bens e de escravos e, expansão territorial, tal como Portugal fez no final do século XIV e início do século XV. Encontrando-se rodeado pelo Reino de Castela e, impedido de crescer territorialmente, em especial, economicamente, foi através do mar que, na busca de novos recursos e oportunidades, Portugal viu a possibilidade de expandir a sua economia, reputação e influência. O comércio marítimo internacional de especiarias, metais preciosos, entre outros bens, desenvolveu-se de tal forma que, através de investidores e especuladores, emergiu a indústria de seguros, como é o caso da *Lloyd's* de Londres. Apesar de maior visibilidade em torno da EA, a verdade é que esteve sempre presente. Inúmeras são as definições de EA cujo conceito permanece em adaptação, não obstante, sabemos encontrar-se ligada a atividades económicas baseadas no Oceano ativamente benévolas para com este, onde existe um relacionamento humano e saudável com ele.

A EA é um termo político desenvolvido para “identificar as atividades que promovem uma relação saudável entre empreendimento humano, atividades económicas sustentáveis com o Oceano e esforços de conservação”³².

A EA da EU abrange todas as atividades económicas, setoriais e intersectoriais, localizadas ou relacionadas com o oceano ou a costa, quer sejam baseadas no mar (por exemplo, transporte marítimo, pesca, produção de energia), quer em terra (por exemplo, portos, estaleiros navais, aquicultura terrestre, produção de algas e turismo costeiro). De modo a catalogar as atividades, estas encontram-se agrupadas em sete setores (recursos vivos marinhos, recursos não vivos marinhos, energias renováveis, atividades portuárias, construção e reparação naval, transporte marítimo e turismo), que por sua vez estão divididos em subsetores³³ (Figura 3).

³² SPALDING, Mark J. - The New Blue Economy: The Future of Sustainability. **Journal of Ocean and Coastal Economics**. 2:2 (2016).

³³ COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]



Figura 3 - Setores e Subsetores da Economia Azul da União Europeia³⁴

Se a EA mundial fosse uma economia nacional, seria a sétima maior do mundo e, o Oceano enquanto entidade económica seria membro do G7³⁵. Trata-se de um vasto segmento da economia mundial, em rápida mutação que, na última década, deu passos significativos no sentido da modernização e da diversificação. A par dos setores tradicionais, outros setores inovadores têm evoluído e crescido, como a energia marítima renovável, a bioeconomia azul, a biotecnologia e a des-salinização, que criam novas perspetivas e postos de trabalho.

Neste capítulo, é evidenciada a influência que os setores da atividade portuária e do transporte marítimo têm dentro da EA na UE, denotando a importância de os manter em sistemática evolução e adaptação.

3.1. O percurso da Economia Azul

A importância da economia do Oceano para um crescimento sustentável e bem-estar da sociedade é parte das agendas nacionais e internacionais, estando inserida nos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 das NU.

³⁴ Adaptado de COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

³⁵ O G7, inicialmente G8, foi criado em 1975 como um fórum informal que reúne os líderes das principais nações industrializadas do mundo. COMISSÃO EUROPEIA - **Agriculture and rural development** [Em linha], atual. 2022. Disponível em WWW:<URL: https://agriculture.ec.europa.eu/international/international-cooperation/international-organisations/g7_en>.

Com esta premissa, a UE desenvolveu, nas últimas décadas, diversas políticas apoiadas em emprego, crescimento económico e sustentabilidade.

A comunicação da CE - Uma Política Marítima integrada para a UE – reconhece a necessidade de uma abordagem intersectorial e integrada, considerando que políticas de desenvolvimento e decisões compartimentadas não são adequadas num contexto de rápida globalização e competitividade, alterações climáticas, degradação do ambiente marinho, segurança marítima e, sustentabilidade e segurança energética³⁶. Esta comunicação política foca-se num vasto espectro de setores como construção naval, transporte marítimo, portos e pesca, energia *offshore* (incluindo petróleo, gás e energias renováveis), turismo costeiro e marítimo, exploração de recursos minerais, aquacultura, biotecnologia azul e tecnologias submarinas. Contudo, aquando do seu lançamento, existia falta de informação que sustentasse o desenvolvimento das medidas políticas contempladas.

Em 2012, através da comunicação – Crescimento Azul: oportunidade para um crescimento marinho e marítimo sustentável – a CE estabeleceu que a EA integra setores individuais que são interdependentes, dependendo de competências comuns e infraestruturas partilhadas, como portos e redes de distribuição de eletricidade e, de outros setores que utilizam a sustentabilidade do mar. A EA é apresentada como um conjunto de cadeias de valor das atividades económicas, onde se incluem atividades marinhas e marítimas medidas em termos de valor acrescentado bruto (VAB³⁷) e emprego³⁸.

Com o acentuar das alterações climáticas e a degradação do ambiente a ameaçar a Europa e a sua população, a EU promulgou em 2019 o PEE, para garantir que as emissões líquidas de GEE sejam nulas em 2050, que o crescimento económico esteja dissociado da utilização de recursos e que nenhuma região seja

³⁶ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Uma política marítima integrada para a União Europeia**. (2007).

³⁷ É o resultado da atividade produtiva no decurso de um período determinado. Resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes. WIKIPÉDIA - **Valor acrescentado bruto** [Em linha], atual. 30 nov. 2019. Disponível em WWW:<URL: https://pt.wikipedia.org/wiki/Valor_acrescentado_bruto>.

³⁸ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Crescimento Azul: Oportunidades para um crescimento marinho e marítimo sustentável**. (2012).

deixada para trás³⁹. Nesta medida, a CE adotou um conjunto de propostas legislativas em matérias de clima, energia, transportes e fiscalidades. Por conseguinte, é proposto pela CE, em 2021, uma nova abordagem à EA sustentável na UE, para as indústrias e setores relacionados com o Oceano e as zonas costeiras, sendo fundamental para os objetivos do PEE. A comunicação sobre uma nova abordagem para uma EA sustentável na UE - Transformar a EA da UE para assegurar um futuro sustentável - reforça que “há que reduzir a pegada carbónica de muitas das atividades atuais e, ao mesmo tempo, colocar a tónica nas atividades novas e neutras em carbono. A EA pode contribuir para a neutralidade carbónica desenvolvendo a energia renovável marítima e tornando mais ecológicos os transportes marítimos e os portos⁴⁰”.

Do ponto de vista financeiro, a UE criou uma taxonomia europeia para a sustentabilidade ao promulgar o Regulamento UE 2020/852, de 18 de junho de 2020, relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável, definindo “os critérios para determinar se uma atividade económica é qualificada como sustentável do ponto de vista ambiental, com vista a estabelecer em que grau um investimento é sustentável do ponto de vista ambiental”⁴¹. Este Regulamento ajuda os investidores a perceber se uma atividade económica é ambientalmente sustentável e incentiva-os a reorientar os fluxos de capitais voltado para atividades sustentáveis. Contudo, já existe um quadro orientador das NU desde 2018, a iniciativa *Sustainable Blue Economy Finance*, que orienta e garante que as atividades de investimento e empréstimo estão alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável e apoiam a implementação dos princípios financeiros da EA sustentável.

No que respeita aos dados estatísticos, é indispensável referir o enorme crescimento que se verificou na EA ao longo da última década. De acordo com o

³⁹ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Pacto Ecológico Europeu**. (2019).

⁴⁰ COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Nova abordagem para uma economia azul sustentável na UE, Transformar a economia azul da UE para assegurar um futuro sustentável**. (2021).

⁴¹ COMISSÃO EUROPEIA - Regulamento (UE) 2020/852 do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável, e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088**. Bruxelas. (2020).

relatório da EA da CE, de 2022, referente ao período de 2009 a 2019, os sete setores estabelecidos pela EA da UE geraram um VAB de 183,9 mil milhões de euros em 2019, ou seja, um aumento de 20% em relação a 2009, tendo o volume total de negócios atingido 667,2 mil milhões de euros, o que representa um aumento 15%⁴² (Quadro 1).

Quadro 1 - Principais indicadores da Economia Azul, 2019⁴³

Indicator	EU Blue Economy 2019
Turnover	€667.2 billion
Gross value added	€183.9 billion
Gross profit	€72.9 billion
Employment	4.45 million
Net investment in tangible goods	€6.1 billion
Net investment ratio	3.3 %
Average annual salary	€24 739

3.2. O contributo do Setor para a Economia Azul

A frota da UE, com mais de 23 mil navios, composta por uma ampla variedade de embarcações, onde se incluem porta-contentores, petroleiros, navios de passageiros, graneleiros, navios de serviço *offshore* e, muitos outros navios especializados, constitui-se num contributo para o PIB da UE de 147 mil milhões de euros⁴⁴. A globalidade do setor marítimo da UE, o qual emprega dois milhões de pessoas, representa 149 mil milhões de euros para a economia. A economia deste setor está fortemente representada na restante economia pois, por cada milhão de euros de PIB gerados no setor do transporte marítimo, são gerados 1,8 milhões de euros de PIB noutros setores da economia da UE⁴⁵.

O *cluster* marítimo europeu, formado pela construção naval, institutos de pesquisa, institutos de ensino, portos e fornecedores marítimos de bens e serviços, tem, como seu principal pilar, o setor do transporte marítimo. Na economia europeia subsiste uma robusta presença de companhias de transporte marítimo, um

⁴² COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁴³ Adaptado de COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁴⁴ EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The EU shipping Industry: A Success Story** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/strategic-priorities>>.

⁴⁵ EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The Economic Value of the EU Shipping Industry** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/sites/default/files/publications/Oxford%20Economics%20-%20The%20Economic%20Value%20of%20EU%20Shipping%20-%20Update%202020%20-%20Report.pdf>>.

setor ímpar de *Short Sea Shipping*⁴⁶ que assiste a rede de transporte da UE e, uma frota de alto-mar estratégica. Esta última, por sua vez, garante um alcance global, o que proporciona uma presença ativa em todos os mercados do mundo à indústria naval da UE, “facilitando o comércio de e para a UE, com um envolvimento substancial no comércio cruzado entre países terceiros”⁴⁷. A maioria do transporte marítimo da UE é internacional, onde o volume do comércio interno apenas representa 31% do transporte marítimo da UE, enquanto o volume de comércio externo representa 76%⁴⁸.

⁴⁶ Transporte marítimo de mercadorias em distâncias relativamente curtas, em oposição ao transporte marítimo intercontinental. É definido como o transporte marítimo de mercadorias entre portos da UE e portos situados na Europa geográfica, no Mediterrâneo e no Mar Negro. EUROSTAT - **Glossary: Short Sea Shipping (SSS)** [Em linha], atual. 24 jan. 2022. Disponível em WWW:<URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Short_sea_shipping_\(SSS\)>](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Short_sea_shipping_(SSS)>).

⁴⁷ EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The EU shipping Industry: A Success Story** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/strategic-priorities>>.

⁴⁸ COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo à utilização de combustíveis renováveis e hipocarbónicos nos transportes marítimos e que altera a Diretiva 2009/16/CE**. Bruxelas. (2021).

4. A Descarbonização do Setor Marítimo-Portuário

Atendendo à dimensão da EA e ao que ela representa para a economia da EU, a qual encontra-se alicerçada num rápido crescimento, por vezes, superior ao conjunto de toda a economia, torna-se evidente a importância de investir nesta economia que privilegia uma espécie de simbiose com a sustentabilidade do Oceano.

Para investir na EA é, frequentemente, requerida uma interação e cooperação de diversos níveis de instrumentos financeiros locais, nacionais e internacionais, provenientes de diferentes partes interessadas do financiamento como, é o caso de instituições governamentais, não governamentais e intergovernamentais e, empresas individuais, públicas ou privadas⁴⁹.

O Painel de Alto Nível para uma Economia Sustentável do Oceano (Ocean Panel) visa encontrar soluções pragmáticas, através de uma abordagem ambiciosa, envolvendo todas as partes interessadas, nomeadamente, governos, empresas, instituições financeiras, comunidade científica e sociedade civil, de forma a alcançar uma economia mais sustentável do Oceano. O seu relatório de 2020 mostra que investimentos numa economia oceânica sustentável não é apenas benéfico para o Oceano, podendo representar uma excelente oportunidade de negócio. Investindo atualmente 2,8 milhões de biliões de dólares em quatro soluções baseadas no Oceano – produção eólica *offshore*, produção sustentável de alimentos baseada no Oceano, descarbonização da navegação internacional e conservação e restauração de mangues – teria um benefício líquido de 15,5 milhões de biliões de dólares até 2050⁵⁰. Estima-se que, cada dólar investido na descarbonização do transporte marítimo internacional e, na redução das emissões líquidas a zero, gere um retorno de dois a cinco dólares.

Este capítulo mostra em que ponto se encontra a descarbonização marítima relativamente aos restantes transportes e qual o enquadramento que conduz à descarbonização do setor.

⁴⁹ COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁵⁰ KONAR, Manaswita; DING, Helen - **A Sustainable Ocean Economy for 2050: Approximating Its Benefits and Costs**. Washington, D.C.: [s.n.]

4.1. A Posição do Setor

Através de navios porta-contentores de grandes dimensões (VLCS⁵¹) são anualmente transportadas no Oceano, mercadorias no valor de cerca de quatro milhões de biliões de dólares⁵² o que, numa perspetiva económica, representa aproximadamente 90% do volume de comércio mundial. No que respeita à frota mundial, 40% é controlada por armadores europeus, sendo esta um trunfo geoestratégico perante os desafios globais, pois é uma das maiores, mais jovens e inovadoras frotas do mundo, possuindo ainda os melhores níveis de segurança⁵³. Estes números traduzem-se na utilização de mais de 300 milhões de toneladas de combustível fóssil, o que representa um consumo global de energia de 12,6 exajoules⁵⁴ (EJ), isto é, 1,2 GtCO₂e de emissões de GEE por ano. Está previsto que o comércio marítimo global cresça a uma taxa média de 1,2% ao ano e, caso a indústria marítima mantenha os níveis de ambição atuais para a próxima década, pode-se esperar que as emissões cresçam quase 10% em 2050, quando comparado com a atualidade⁵⁵.

Com a melhoria da eficiência energética do setor em apenas 1 EJ e, uma redução de consumo de combustível fóssil em 8%, seriam poupados 24 milhões de toneladas de combustível e 0,1 GtCO₂e de GEE por ano.

De acordo com a *European Environment Agency* (2021), o transporte marítimo é o modo de transporte que mais respeita o ambiente, tendo emissões de GEE significativamente inferiores por tonelada de mercadorias transportadas, quando comparado com outros modos de transporte. No total das emissões de CO₂ da UE provenientes dos transportes, o tráfego de e, para os portos do Espaço Económico Europeu (EEE), representa 25%, estando este valor entre 3 e 4% do total das emissões na UE. Caso não sejam tomadas novas medidas, as previsões

⁵¹ *Very large Container Ship*

⁵² PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY - **Maritime Decarbonization** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.pnnl.gov/explainer-articles/maritime-decarbonization>>.

⁵³ EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The EU shipping Industry: A Success Story** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/strategic-priorities>>.

⁵⁴ 1 EJ = 1x10¹⁸ joules. Joule é trabalho produzido por uma força de um newton cujo ponto de aplicação desloca-se um metro na direção da força.

⁵⁵ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022)

apontam para um aumento das emissões de CO₂ provenientes do transporte marítimo. Um relatório da *Fraunhofer ISI* e *CE Delft* permitiu comparar os diferentes modos de transporte (rodoviário, aéreo, ferroviário, marítimo e fluvial) em termos de emissões de GEE, com base na unidade transportada, desenvolvendo, assim, um método para relatar a eficiência de GEE dos principais modos de transporte na Europa (Figura 4). Para fazer a comparação foi utilizada a unidade CO₂e por tonelada-km (tkm), o que significa mover a carga útil de uma tonelada por um quilómetro.

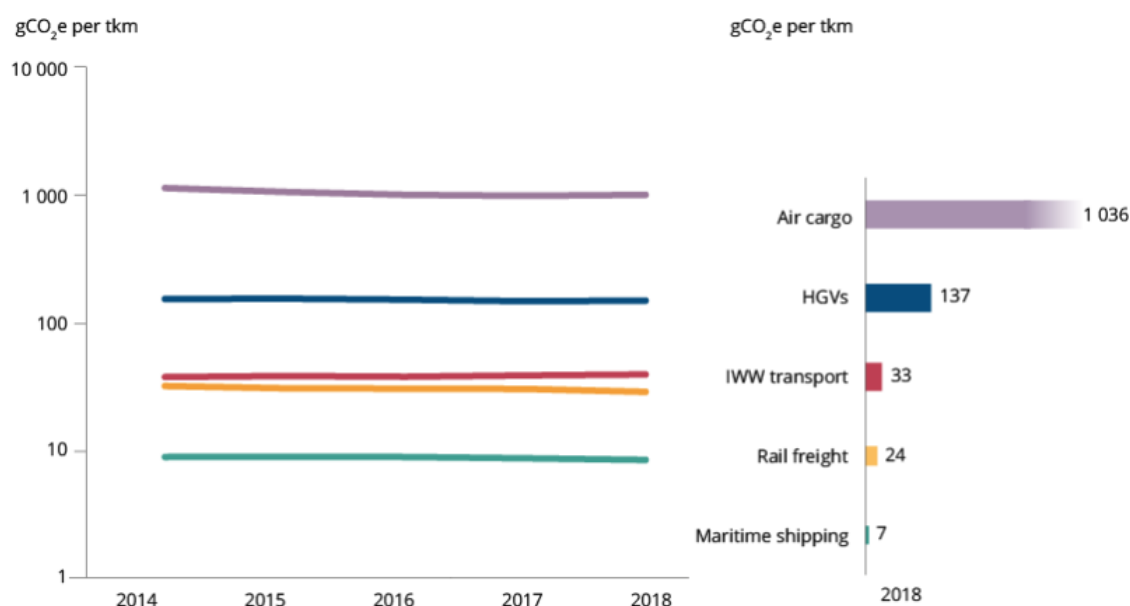


Figura 4 - Média de emissões de gases de efeito de estufa por tipo de transporte, UE, 2014-2018⁵⁶.

Quando comparado com outros setores económicos, como o abastecimento de energia e a indústria, a descarbonização dos transportes é lenta. Enquanto a maioria dos setores reduziu substancialmente as suas emissões desde 1990, os transportes aumentaram as emissões. Nestas circunstâncias é perentório tornar os transportes, incluindo o marítimo, quer de passageiros, quer de mercadorias, mais eficientes e menos dependentes de combustíveis fósseis⁵⁷. A Figura 5 mostra a relevância dos componentes que constituem os indicadores de GEE. Pode-se verificar o domínio lentamente crescente da tração elétrica no transporte ferroviário,

⁵⁶ Adaptado de EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - **Rail and waterborne — best for low-carbon motorised transport** [Em linha], atual. 24 mar. 2021. Disponível em WWW:<URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/rail-and-waterborne-transport>>.

⁵⁷ *Ibidem*.

que atualmente é responsável por mais de 60% das emissões de GEE do frete ferroviário. Esta tendência levará a eficiências de GEE cada vez maiores nos próximos anos, devido ao aumento da produção de eletricidade verde. A Figura 5 também sugere que a eletrificação no transporte marítimo de mercadorias ainda não tem uma influência relevante⁵⁸. Apesar de, dificilmente vir a ser implementada em larga escala em navios, a eletricidade verde poderá vir a desempenhar um papel essencial nos portos marítimos a curto prazo.

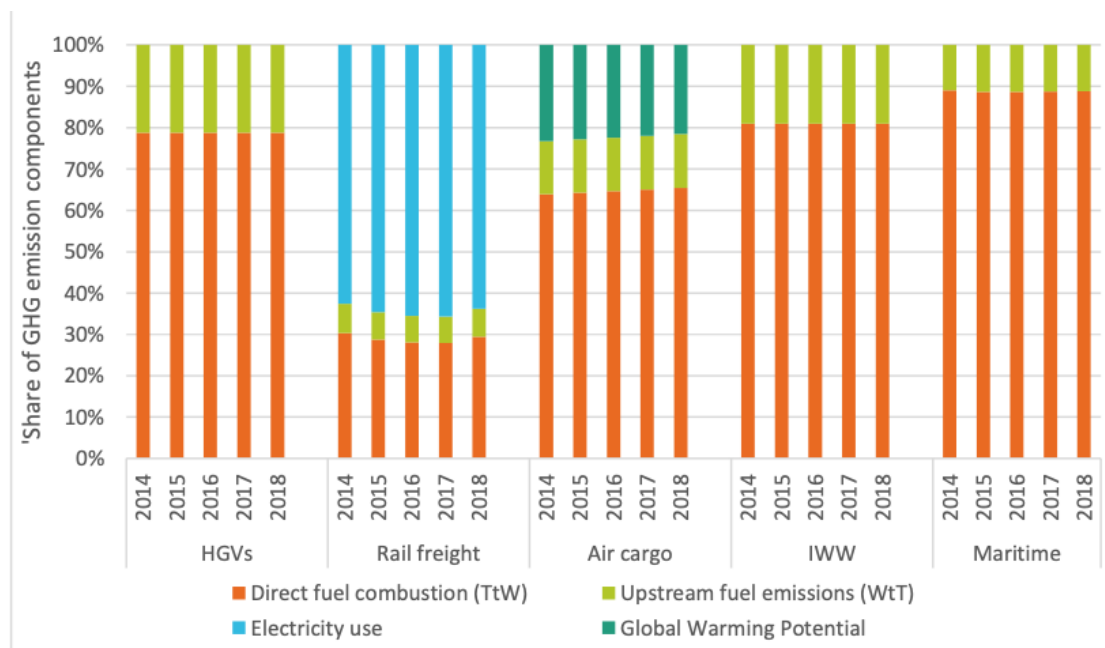


Figura 5 - Indicadores de nível superior para transporte de mercadorias, UE, 2014-2018, por de componentes de GEE⁵⁹.

Em 2015, em Paris, a Convenção Quadro das NU para as alterações climáticas (CQNUAC), na 21.^a Conferência das partes – COP21 –, 196 partes negociaram o Acordo de Paris, um tratado internacional juridicamente vinculativo para evitar alterações climáticas perigosas, acordando manter o aumento da temperatura média mundial abaixo dos 2°C, relativamente aos níveis pré-industriais e, em empenhar esforços para limitar o aumento em 1,5°C⁶⁰.

⁵⁸ DOLL, Claus *et al.* - **Methodology for GHG Efficiency of Transport Modes** [Em linha]. Karlsruhe: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/05/CE_Delft_200258_Methodology_GHG_Efficiency_Transport_Modes.pdf>.

⁵⁹ Adaptado de DOLL, Claus *et al.* - **Methodology for GHG Efficiency of Transport Modes** [Em linha]. Karlsruhe: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/05/CE_Delft_200258_Methodology_GHG_Efficiency_Transport_Modes.pdf>.

⁶⁰ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022)

Em 2018, o IPCC (*Intergovernmental Panel Climate Change*), órgão das NU para avaliar a ciência da alteração climática, divulgou um relatório que, desenvolveu alguns percursos para a redução global das emissões e, criou limites de carbono para balizar o aquecimento global nos 1,5°C. Embora o relatório do IPCC descrevesse vários caminhos de modelação, todos tinham requisitos gerais comuns para a descarbonização mundial⁶¹:

- As emissões globais de GEE devem, atingir o pico entre 2020 e 2025;
- As emissões devem ser reduzidas 45% até 2030, em comparação com os níveis de 2010 e, atingir o zero líquido até 2050;
- A transição deve continuar além de 2050 e alcançar níveis líquidos negativos de CO₂e para compensar as emissões históricas.

A redução de emissões e a adoção de novas tecnologias carecem de incentivos por intermédio de compromissos da indústria e reformas legais e regulatórias. As empresas do setor industrial devem definir metas ambiciosas de descarbonização e divulgar o seu progresso, para criar o acompanhamento e a transparência necessários para impulsionar a transição. Adicionalmente, é fundamental manter uma abordagem centrada nas pessoas para garantir uma transição segura e justa. A IMO, enquanto principal órgão regulador, deve concentrar-se na criação de políticas, metas, padrões e regulamentos que impulsionem a adoção de tecnologias de descarbonização, eliminem a incerteza e suprimam a lacuna de custo entre combustíveis fósseis e alternativos. Neste sentido, as ações necessárias para esta década incidem em:

- Metas ambiciosas de emissões para atingir o zero líquido até 2050, seguindo o Acordo de Paris;
- Regras e padrões internacionais para apoiar combustíveis alternativos e outras tecnologias de descarbonização;
- Práticas de políticas regionais, nacionais e locais que incentivem investimentos dedicados à energia verde, a infraestrutura para combustíveis assentes na transição energética da indústria marítima e, capacidades de engenharia para a sua construção.

⁶¹ SHUKLA, Priyadarshi R. *et al.* - **Summary for Policymakers** [Em linha]. Disponível em WWW:<URL: <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>>.

4.2. A Descarbonização

A UE está a reunir esforços para, conforme estabelecido no PEE, atingir o objetivo de reduzir as emissões de GEE. Esta redução estende-se também aos transportes, podendo a EA, auxiliar na consecução das metas propostas nesses objetivos climáticos, quer por meio da energia marinha renovável, quer por meio do transporte marítimo de emissões zero.

A descarbonização do transporte marítimo é particularmente desafiante, salientando-se três causas essenciais. Primeiro, o facto de ser um setor de natureza internacional, onde a legislação suportada pela jurisdição da UE fica vulnerável. Segundo, pela lacuna existente na diversidade da infraestrutura e nos meios associados, estando maioritariamente direcionados para combustíveis fósseis. Por último, a idade e o tipo de navios que se encontram a operar. É necessário considerar os vários anos em que se foi construindo o atual sistema de transportes, o qual teve por base os combustíveis fósseis, desde a nafta, ao carvão e ao diesel, levando ao atual tipo de navios existentes e às capacidades e infraestruturas apresentadas pelos portos para os receber⁶².

No entanto, ao abordar o tema da descarbonização, é justo ter presente que, além da redução de emissões de GEE pela alteração do tipo de combustível utilizado, deve também ser tida em consideração a redução de emissões de GEE pela eficiência de consumo de combustível, uma vez que, a diminuição do desperdício energético, desenrola um importante papel neste âmbito, causando um enorme impacto.

Diretamente ligada à descarbonização do transporte marítimo está a descarbonização dos portos marítimos, já que, os navios não emitem substâncias nocivas apenas quando navegam, mas também quando se encontram atracados nos portos. Um estudo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) afirma que as emissões de navios nos portos representavam, em 2011, 18 milhões de toneladas de emissões de CO₂, 0,4 milhões de toneladas de NOx e 0,2 milhões de SOx⁶³. A IMO estima que a navegação marítima emite cerca

⁶² COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁶³ MERK, Olaf - **Shipping Emissions in Ports** [Em linha]. 2014. Paris: [s.n.]

Disponível em WWW:<URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrw1k83r1-en.pdf?expires=1692118295&id=id&accname=guest&checksum=8EB886744E721EBC78A9B212205C377E>>.

de 2,8% das emissões anuais totais de CO₂, onde, 85% das emissões provêm de navios porta-contentores, graneleiros e petroleiros⁶⁴ (Figura 6).

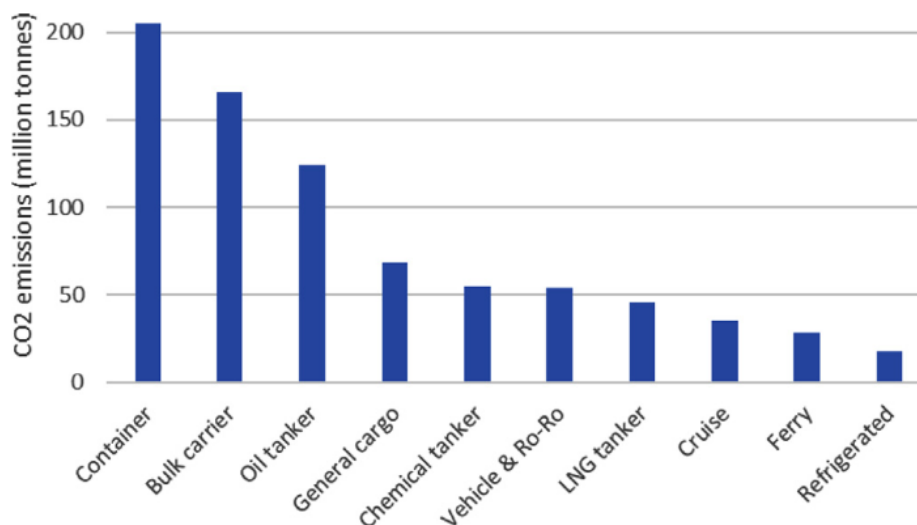


Figura 6 - Emissões de CO₂ do transporte marítimo por tipo de navio⁶⁵.

Importa, contudo, ter presente que, por serem fornecedores de serviços, os portos carecem de uma fase de adaptação às ações em desenvolvimento no setor do transporte marítimo, dado que, são imensas. Esta adaptação é essencial para dar uma resposta adequada ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, aos navios que praticam o porto, orientando-se para as suas necessidades no que respeita à gestão dos próprios navios atracados, às operações associadas ao porto, à logística do e, para o exterior do porto e não descorando, à garantia de uma economia circular funcional.

Todos os setores da EA sentem os impactes das alterações climáticas. Além do transporte marítimo, a indústria portuária, as infraestruturas portuárias e as atividades portuárias são severamente afetadas. Para se proteger do nível do mar e de eventos climáticos extremos, os portos precisam de investir em infraestruturas portuárias novas que permitam maior resiliência e mitigação. Simultaneamente, é esperado que os portos desempenhem um papel ativo na mitigação das alterações

⁶⁴ GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

⁶⁵ Adaptado de GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

climáticas, por exemplo, tornando o setor MP e logístico mais ecológico. Tal ocorrerá, transitando de combustíveis fósseis convencionais para combustíveis verdes e fontes de energias renováveis e, fazendo esforços na economia circular, de modo a reduzir e reciclar resíduos, conjugados com abordagens sustentáveis de gestão de resíduos⁶⁶. Vários portos estão a adotar novas estratégias para enfrentar os desafios ambientais que se impõem, tornando-se mais verdes.

A mudança, a transição energética, é um passo que tem de ser dado e está em curso, no entanto, os períodos de reforma são sempre momentos apreensivos. O último grande período de mudança foram as décadas de 1860 a 1890, que exigiram um grande esforço dos investidores na transição da navegação à vela para a propulsão por máquinas principais. A transição desta grande evolução tecnológica levou o seu tempo, pois também enfrentou a resistência de diversos armadores⁶⁷. Percebe-se o enorme desafio que existe na longa caminhada da descarbonização para os investidores, atendendo à dimensão da cadeia logística mundial criada ao longo de décadas, onde o combustível fóssil sempre foi o pilar estrutural de suporte para dar resposta as todas as necessidades. Deriva, pois, desta rígida dependência e de uma sociedade pouco tolerante à mudança, a necessidade de firmes e assertivas decisões políticas de descarbonização para suportarem uma legislação crucial a ser implementada.

⁶⁶ COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁶⁷ FARIA, Duarte Lynce de - **O (novo) Direito da Segurança Marítima – o Navio, os Estados, as Convenções e a sua Autonomia**. Edições Almedina ed. Coimbra: [s.n.]

5. Revisão e Enquadramento das Políticas de Descarbonização

A nível mundial, várias diligências têm sido apresentadas, quer através das NU num nível internacional e holístico, por intermédio da IMO, num âmbito mais específico para o setor marítimo, quer através da UE, num nível mais regional e com distintas iniciativas em diferentes setores.

O setor MP é constituído por um amplo espectro de indústrias, subsectores e *stakeholders* que reúnem múltiplas ligações com vários interesses diferentes, podendo conduzir à desagregação de incentivos comuns. No que respeita à descarbonização, isto é comprovado pela divergência que existe na procura de soluções pelos proprietários e fretadores dos navios, em geral e, por outro lado, pelos armadores, afretadores e operadores. Enquanto os primeiros procuram soluções que viabilizem baixos custos de desenvolvimento, construção e manutenção, os últimos procuram aquelas com maior eficiência e que reduzam os custos de combustível. De igual modo, certas intervenções benéficas num subsector podem implicar avultados investimentos para outros setores. Exemplo disto, é o constante aumento das dimensões dos navios que, por um lado, procura maior eficiência e, por outro lado, obriga a que os portos adaptem as suas infraestruturas às necessidades requeridas por esses navios, como enfrentar picos de carga mais elevados.

O papel da regulamentação do setor MP no âmbito da descarbonização é importante não apenas para encontrar caminhos comuns a toda a gama de indústria que abrange, mas também para garantir a sua competitividade. Sendo verdade que a nível internacional existe uma forte concorrência interna no setor marítimo internacional, é também verdade que, a nível regional, compete com outros meios de transporte. As mudanças regulatórias não devem tornar o transporte marítimo regional pouco competitivo, correndo o risco de a procura ser alterada para o transporte terrestre⁶⁸.

Este capítulo pretende abordar as principais políticas internacionais e europeias (no âmbito da UE) que terão uma influência determinante no futuro do setor MP e da sua articulação com o combate às alterações climáticas e à transição

⁶⁸ PAPE, Marketa - **Decarbonising maritime transport: The EU perspective**. Estrasburgo: [s.n.]

energética sem, no entanto, considerar exaustivamente todas as iniciativas, ou legislação em vigor, que se aplicam à descarbonização marítima.

5.1. Setor do Transporte Marítimo

5.1.1. Nível Internacional

A nível internacional, foi elaborada a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM⁶⁹) de 1982, um tratado multilateral celebrado sob os auspícios das NU, aprovada em Portugal pela Resolução da Assembleia da República n.º 60-B/97, de 03 de abril, que define e codifica conceitos do direito internacional referentes aos assuntos do mar, como mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental, entre outros. Estabelece, ainda, os princípios gerais da exploração dos recursos naturais do mar, como os recursos vivos, os do solo e os do subsolo. No que concerne ao meio marinho, aquando da elaboração da CNUDM, os Estados já demonstravam preocupação com a sua proteção, por esse motivo, a convenção tem uma parte dedicada exclusivamente à proteção e preservação do meio marinho.

A IMO define e cria prioridade de poluentes atmosféricos a serem combatidos, pois, quando diferentes poluentes estão envolvidos, uma estratégia poderá ser eficaz na redução de um, mas contribuir para o aumento de outro. Assim, a prioridade visa o combate às partículas em suspensão (PM), NOx e SOx, tendo em consideração que os portos, geralmente, encontram-se perto de áreas povoadas e, estes poluentes afetam a saúde humana. Enquanto autoridade reguladora internacional da indústria naval, a IMO reforçou, em 2010, com a revisão da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL⁷⁰), no seu Anexo VI, os regulamentos para a prevenção da poluição atmosférica por navios, aspirando a uma redução global e progressiva das emissões de enxofre e azoto. Introduziu, ainda, áreas específicas de controlo de emissões (ECA⁷¹), constituindo-se duas áreas na Europa, uma no Mar Báltico e outra no Mar do Norte, com limites de emissão de enxofre e azoto⁷². Foi posteriormente definido em 2022 que, em maio de 2024, entrará também em vigor uma ECA no mar Mediterrâneo.

⁶⁹ UNCLOS - *United Nations Convention on the Law of the Sea*

⁷⁰ *The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*

⁷¹ *Emission Control Areas*

⁷² PAPE, Marketa - **Decarbonising maritime transport: The EU perspective**. Estrasburgo: [s.n.]

Em 2011, a IMO, centrou a atenção na descarbonização do setor do transporte marítimo e introduziu como primeiras ações o EEDI para navios novos e o SEEMP para todos os navios que, entraram em vigor em janeiro de 2013. Para entender o impacto de cada uma destas medidas, revela-se importante entender o seu significado.

O EEDI é, resumidamente, um índice que quantifica a quantidade de CO₂ emitido por um navio em relação à carga transportada, expresso em gramas de CO₂ por distância e capacidade do navio (por exemplo, tonelada-milha). Apenas é aplicado a navios novos uma vez que assenta numa fórmula que engloba inúmeros parâmetros técnicos do projeto e é calculado com base nas diretrizes da IMO. Quanto menor for o EEDI, mais eficiente energeticamente é o projeto do navio. Todas as construções novas de navios, dependendo do seu tipo e tamanho, devem estar abaixo do valor de eficiência energética por milha de capacidade, isto é, estar abaixo do valor de referência do EEDI. Para promover a eficiência do consumo de combustível e, com a expectativa de fomentar a inovação tecnológica, o EEDI é revisto a cada 5 anos e o valor de referência é encurtado. A primeira fase de redução do nível de CO₂ ocorreu em 2015 e fixou-se em 10%, considerando a eficiência média dos navios construídos de 2000 a 2010, a segunda fase ocorreu em 2020 com uma redução do nível de 20% e a terceira fase, apesar de prevista para 2025 com uma redução até 30%, dependendo do tipo e tamanho do navio, já entrou em vigor em 2022 para navios de transporte de gás, graneleiros e gás natural liquefeito (GNL). Para os porta-contentores, a redução poderá ser de 30 a 50%, dependendo das dimensões do navio⁷³.

O SEEMP é uma ferramenta estruturada e prática, auxiliando os armadores a gerir o desempenho ambiental das suas frotas e a melhorar a eficiência das operações. Integra normas e boas práticas para a operação do navio, as quais se concretizam através de uma ferramenta de monitorização, o *Energy Efficiency Operational Indicator*, que permite medir a eficiência do consumo de combustível durante uma operação e, afere as variações de eficiência de qualquer alteração realizada no decorrer da operação⁷⁴.

⁷³ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

⁷⁴ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

Em 2016, para reforçar uma melhor informação sobre eficiência do combustível consumido, o anexo VI da MARPOL passou a exigir que todos os navios com mais de 5.000 *Gross Tonnage* (GT⁷⁵) registassem e relatassem os seus consumos de combustível.

O Acordo de Paris, adotado na CQNUAC COP 21, em dezembro de 2015, estimulou uma discussão sobre a redução de emissões de GEE em todos os setores, incluindo o transporte marítimo internacional. Consequentemente, a IMO adotou a sua estratégia climática inicial em 2018⁷⁶ e, na sequência desta estratégia, Estados e empresas apresentaram iniciativas voluntárias para tornar o setor marítimo mais verde, como por exemplo, a Declaração de *Clydebank*, sobre Corredores Verdes e, a Declaração *Zero Emissions Shipping by 2050*, ambas apresentadas na COP 26, e o *Green Shipping Challenge*, apresentado na COP 27.

Em 2018, a IMO abraçou a *Initial Strategy on the Reduction of GHG Emissions from Ships* na 72.^a edição da *Marine Environment Protection Committee* (MEPC). Esta estratégia inicial que define os objetivos, ferramentas, ritmo de trabalho e princípios orientadores, constitui-se como a estrutura central para os Estados-Membros descarbonizarem o transporte marítimo⁷⁷. As ambições e objetivos da estratégia podem ser definidos em três pontos:

- Reduzir a intensidade de carbono dos navios com a implementação de fases seguintes ao EEDI para navios novos;
- Reduzir a intensidade de carbono do transporte marítimo (em comparação com 2008) por forma a diminuir em pelo menos 40% até 2030 as emissões de CO₂ por unidade de trabalho de transporte e, diminuir até 70% em 2050;
- Atingir o pico de emissões de GEE do transporte marítimo e reduzir as emissões anuais totais em pelo menos 50% até 2050 (em comparação a 2008), enquanto persistem esforços para eliminá-las.

⁷⁵ Arqueação bruta - Valor adimensional relacionado com o volume interno total de um navio. Não constitui medida de massa ou de peso, não sendo definido por qualquer unidade física de medida.

⁷⁶ PREHN, Michael - Climate strategy in the balance who decides? **Marine Policy**. 131:2021) 104621.

⁷⁷ IMO - **IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ships** [Em linha], atual. abr. 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MEPC-72nd-session.aspx>>.

Note-se que esta estratégia inicial refere, de forma explícita, o reconhecimento da importância que a inovação tecnológica e a introdução de combustíveis alternativos, no setor do transporte marítimo, têm para atingir as metas estabelecidas.

Por último, em 2021, além do EEDI, foi adotada pela IMO uma nova medida obrigatória para os navios novos, com base em parâmetros operacionais para calcularem o seu *Energy Efficiency Existing Ship Index* (EEXI). Este novo índice estabelece o Indicador de Intensidade de Carbono (IIC) operacional anual de um navio, ou seja, determina as emissões de GEE à quantidade de carga transportada numa determinada distância percorrida. O regulamento deste índice, indica que os navios serão classificados de “A” a “E”, sendo “A” a melhor classificação. Navios com classificação “E” ou, três anos consecutivos em classificação “D”, terão de apresentar um plano de ação corretiva. Com esta classificação, a IMO pretende fomentar entre as entidades portuárias (entre elas as autoridades e administrações portuárias), a atribuição de incentivos aos navios de classificação “A” e “B”, tidos por apropriados.

Enquanto instrumento político, alguns Estados-Membros e organizações da IMO estão, atualmente, a debater medidas baseadas no mercado⁷⁸ para tornar os combustíveis com baixo ou nulo, teor de carbono, mais atrativos, do ponto de vista económico, do que os combustíveis fósseis, como uma solução económica para reduzir as emissões de GEE provenientes do transporte marítimo internacional⁷⁹.

5.1.2. Nível Regional

A UE segue os passos da IMO, mas propõe-se em ir mais além com uma maior ambição. Depois de introduzido o PEE em 2019, a EU adotou o Objetivo 55, publicado em 2021, para o auxiliar a alcançar as suas metas propostas, isto é, neutralidade climática da Europa até 2050 e redução de 55% nas emissões de GEE da UE até 2030. Com estas comunicações, a CE visa enfrentar os desafios

⁷⁸ Consistem em interiorizar o custo externo das emissões de carbono, para incentivar os investimentos do setor marítimo e reduzir a respetiva pegada de carbono. EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY - **Medidas baseadas no mercado para uma aviação mais sustentável** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.easa.europa.eu/pt/light/topics/market-based-measures-more-sustainable-aviation>>.

⁷⁹ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

climáticos e ambientais através de uma estratégia de crescimento sustentável, em articulação com os esforços internacionais, dando resposta aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 das NU, a qual não permite que, até 2050, sejam admitidas emissões de GEE.

O Transporte marítimo representa cerca de 25% das emissões de CO₂ de todas as emissões de transportes da EU. Com o pacote Objetivo 55, a EU propõe que sejam adotadas várias políticas regulatórias, como a introdução do transporte marítimo no sistema do Comércio Europeu de Licenças de Emissões da EU (CELE) e a iniciativa *FuelEU* Transportes Marítimos, para definir limites específicos de intensidade de GEE.

A IMO tinha abordado o tema das licenças de emissões em 2010, no entanto, suspendeu a ideia em 2013. Um sistema global produz sempre mais efeitos do que um sistema regional, pois este último pode permitir a fuga de carbono para outras áreas e, até alterar a rede de comércio marítimo mundial, com a utilização de portos em áreas adjacentes. Contudo, uma vez que a IMO não avançou com a medida a nível global, a EU no seu PEE, comprometeu-se a introduzir o transporte marítimo no CELE, tendo sido reafirmado no Objetivo 55 em 2021. Com este sistema, aplicável apenas a navios com 5.000 GT ou mais, em vigor a partir de 2025, as empresas têm de iniciar o registo das suas emissões desde 2023 e comprar licenças de acordo com o custo das emissões de CO₂ que originam. As licenças assentam no princípio de “poluidor-pagador” e o preço define-se pela interação entre a procura e a oferta de licenças, pagando 100% do CO₂ emitido caso o navio viaje apenas dentro da EU ou, 50% caso efetue trânsito de ou, para a EU (independentemente de a distância percorrida dentro do espaço da EU ser maior ou menor que o restante)⁸⁰.

Uma parte essencial do Objetivo 55 é a Iniciativa *FuelEU* Transportes Marítimos, com o principal objetivo de “aumentar a procura e a utilização coerente de combustíveis e hipocarbónicos e, reduzir as emissões de GEE provenientes do setor marítimo, assegurando simultaneamente o bom funcionamento do tráfego

⁸⁰ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

marítimo e evitando distorções no mercado interno”⁸¹. A proposta do Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à utilização de combustíveis renováveis e hipocarbónicos nos transportes marítimos e que altera a Diretiva 2009/17/CE, é uma tentativa de colmatar a necessidade de eliminar as emissões de CO₂ do transporte marítimo e estabelecer limites específicos de intensidade de GEE na energia usada pelos navios. Todos os que operem no EEE terão de recorrer a combustíveis ou fontes de energia alternativas, por forma a evitar a ultrapassagem do limite de intensidade de GEE, o qual será agravado no decorrer dos anos até uma redução de 75%, prevista para 2050, em comparação com 2020. Este regulamento, que substitui a Diretiva, é aplicado a todos navios com mais de 5.000 GT, independentemente da sua bandeira (exceto navios militares, de pesca e auxiliares). Para o limite de intensidade de GEE concorrem, a energia utilizada no porto de um Estado-Membro durante a escala, 100% da energia utilizada em viagens entre portos de Estados-Membros e, 50% da energia utilizada em viagens de ou, para um Estado-Membro a partir de um país terceiro, refletindo assim o aplicado no CELE⁸². A iniciativa *FuelEU* Transportes Marítimos chegou a um acordo político sobre a legislação, declarando que⁸³:

- As intensidades de GEE devem ser reduzidas da seguinte forma: 2% a partir de 2025, 6% a partir de 2030, 14,5% a partir de 2035, 31% a partir de 2040, 62% a partir de 2045 e 80% a partir de 2050;
- Será adotada uma subquota de 2% para os combustíveis renováveis de origem não-biológica até 2034, se a CE concluir que o mercado destes combustíveis dá sinais de que um multiplicador não é suficiente para impulsionar o desenvolvimento do mercado;
- Os navios atracados no cais de um porto de escala, sob a jurisdição de um Estado-Membro, devem ligar-se à alimentação elétrica em terra

⁸¹ CONSELHO EUROPEU - **Iniciativa FuelEU Transportes Marítimos: Acordo provisório para descarbonizar o setor marítimo** [Em linha], atual. 23 mar. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.consilium.europa.eu/pt/press/press-releases/2023/03/23/fueleu-maritime-initiative-provisional-agreement-to-decarbonise-the-maritime-sector/>>.

⁸² CHRISTODOULOU, Anastasia; CULLINANE, Kevin - Potential alternative fuel pathways for compliance with the «FuelEU Maritime Initiative». **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. 112:(2022) 103492.

⁸³ MALMBORG, Fredrik Von - Advocacy coalitions and policy change for decarbonisation of international maritime transport: The case of FuelEU maritime. **Maritime Transport Research**. 4:2023) 100091.

e utilizá-la para todas as suas necessidades de energia enquanto atracado, exceto se comprovarem que utilizam uma tecnologia alternativa de emissões zero;

- Se estas condições não forem cumpridas, os navios pagarão uma sanção. As receitas provenientes das penalizações serão atribuídas aos Estados-Membros, para apoiarem a implantação e utilização de combustíveis renováveis e, combustíveis com baixo teor de carbono no setor marítimo.

Em 2021, foi apresentada a proposta de reformulação da Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à eficiência energética, onde reitera que para alcançar os objetivos do PEE dever ser dada prioridade à eficiência energética, devendo “ser considerada como uma fonte de energia em si”⁸⁴. Aprovada em 2023, estabelece uma meta anual ambiciosa para reduzir o uso de energia ao nível da EU, cortar as emissões e combater a pobreza energética, incluindo a renovação de edifícios.

O pacote Objetivo 55 da EU também inclui uma proposta de reformulação da Diretiva do Conselho que reestrutura o quadro da UE de tributação dos produtos energéticos e da eletricidade (DTE)⁸⁵, a qual visa assegurar o bom funcionamento do mercado interno. A DTE, em vigor desde 2004, não ia ao encontro dos objetivos energéticos, ambientais e climáticos da UE. Com a anterior DTE, o combustível proveniente de navios reabastecedores de porto⁸⁶, encontrava-se isento de impostos passando, com a revisão da nova proposta, a estar sujeito a tributação, todo o combustível na UE. A Diretiva aplica a taxa mais elevada a combustíveis fósseis e a taxa mais baixa fica reservada para combustíveis renováveis, biogás e biocombustíveis sustentáveis e eletricidade⁸⁷.

Até ao momento do Objetivo 55, vivia-se um certo impasse na UE em relação à mudança para combustíveis alternativos. Se, por um lado, os armadores não queriam avançar com a adoção de combustíveis mais verdes, por recearem que

⁸⁴ COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativa à eficiência energética (reformulação)**. (2021).

⁸⁵ Diretiva de Tributação da Energia ou DTE.

⁸⁶ Vulgarmente conhecidos na gíria como bancas, proveniente do nome em inglês, *bunker*.

⁸⁷ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

as estruturas necessárias para apoio seriam insuficientes, por outro lado, as administrações portuárias, hesitavam em investir em infraestruturas, podendo estas não ser as adequadas para o tipo de procura. A proposta de regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho relativo à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos e, que revoga a Diretiva 2014/94/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, faz parte do conjunto global de iniciativas políticas interligadas no âmbito do pacote Objetivo 55. A Diretiva de 2014, que pretendia estimular os investimentos em infraestruturas para apoiar a disponibilidade de combustíveis alternativos, é agora, com o Objetivo 55, transformada em Regulamento, passando assim a ser vinculativo aos Estados-Membros providenciar tais infraestruturas. Esta alteração tem por intuito criar maior confiança aos investidores e consumidores e, por sua vez, a instalação de infraestruturas nos portos, irá facilitar o reabastecimento de combustíveis alternativos nos navios e sustentar a progressão da transição energética exigida pela iniciativa *FuelEU* Transportes Marítimos.

Em 2009 entrou em vigor a Diretiva de Energias Renováveis (DER I), sendo revista e atualizada em 2018 pela DER II. Contudo, com o pacote Objetivo 55, surgiu uma nova proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Diretiva (UE) 2018/2001 do Parlamento Europeu e do Conselho, o Regulamento (UE) 2018/1999 do Parlamento Europeu e do Conselho e, a Diretiva 98/70/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no respeitante à promoção de energia de fontes renováveis que, revoga a Diretiva (UE) 2015/652 do Conselho. Segundo a proposta, a meta de 32% de energias renováveis até 2030, existente na DER II, não é suficiente para os objetivos de atingir a meta climática, devendo ser alterada para 38 a 40%. Pese embora esta Diretiva não tenha um impacto direto nas companhias de transporte marítimo, estabelece objetivos em que as outras Diretivas, como CELE e o *FuelEU* Transportes Marítimos, propõem-se atingir.

5.2. Setor Portuário

Os portos marítimos são áreas de grande concentração industrial que acarretam diversos desafios. As atividades portuárias podem causar impactos ambientais locais e globais, tais como poluição do ar, emissão de GEE, produção de resíduos (incluindo os provenientes de navios) e lixo, ruído, impactos na comunidade local, impactos de sedimentos, poeiras, poluição da água e uso de terra, devido ao desenvolvimento do porto. Tudo isto sucede porque a maioria dos portos europeus são importantes *clusters* de energia e indústria. Este papel é assumido quer, como

fornecedor de energia limpa aos navios (para navegação ou enquanto atracados), quer como pontos de importação de energia limpa a ser utilizada a montante (GNL, hidrogénio) ou, através da produção de energia na sua área. Os portos têm uma pegada de carbono baixa, no entanto, são um dos locais onde se reúnem grandes emissores de GEE. Os portos estão na encruzilhada dos transportes, das cadeias de abastecimento, da indústria e da energia, por esse motivo, são frequentemente considerados fontes importantes de emissões de CO₂ a nível nacional. Como praticamente 40% dos produtos de base são fontes de energia, os portos europeus são os principais pontos de entrada de produtos energéticos, abastecendo uma área geográfica muito mais alargada. Sendo que a agenda da transição energética é um verdadeiro fator de mudança para muitos portos, pode-lhes oferecer novas oportunidades de negócio (energias renováveis, indústria relacionada com o *offshore*, bioindústria, captura de carbono). O porto pode ajudar a cidade a atingir os seus objetivos, gerando a energia sustentável necessária para a aglomeração urbana e/ou, encurtando a distância entre a zona de produção e a zona de consumo⁸⁸. O transporte marítimo é um dos principais intervenientes no porto, responsável pela maior parte das emissões, sendo o responsável pela maior parcela de emissão de CO₂ na cadeia de abastecimento. As autoridades portuárias podem facilitar a descarbonização de todas as partes interessadas existentes no porto, contudo, a responsabilidade recai sobre cada uma delas.

Considerando o Acordo de Paris (2015), a CQNUAC de 1992 e, o Protocolo de Quioto, os portos são os responsáveis em enfrentar as emissões de GEE, onde estão incluídas as emissões relativas ao transporte marítimo. Por este motivo, existem diversos regulamentos internacionais, regionais, nacionais e locais, para a redução de emissões de GEE que, apesar de estarem relacionados com o transporte marítimo, são relevantes para as autoridades portuárias no âmbito das suas competências. Estas, enquanto entidades reguladoras, implementam as cláusulas e tornam-nas juridicamente vinculativas, monitorizando o seu cumprimento⁸⁹. Em-

⁸⁸ ESPO - **Priorities of European Ports for 2019-2024** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.espo.be/media/Memorandum%20ESPO%20FINAL%20Digital%20version.pdf>>.

⁸⁹ BOILE, Maria *et al.* - Developing a Port Energy Management Plan: Issues, Challenges, and Prospects. **Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board**. 2549:2016) 19–28.

bora os portos sejam fundamentais na aplicação e implementação dos regulamentos, a cultura geopolítica das autoridades portuárias e, a governação portuária, influenciam a forma como os regulamentos são implementados. O poder regulatório da autoridade portuária também diverge de um porto para outro e, o seu poder discricionário ambiental tem limites, isto é, os portos da Europa são pioneiros na implementação quando comparados com os portos não descentralizados da Ásia e da África. Por outro lado, quando um porto promulga um regulamento local mais rígido, isso poderá ter impacto na concorrência portuária⁹⁰.

A nível internacional, aplica-se a CNUDM, particularmente nos artigos 194º, 211º, 212º e 222º, da Parte XII, o que exige e permite que sejam adotadas leis e regulamentos para prevenir a poluição marítima. No que concerne ao regulado pela IMO, nomeadamente, ao EEDI e ao SEEMP, que constam no Anexo VI da MARPOL, compete aos Estados dos portos, executado pelas autoridades marítimas nacionais, garantir que os navios atuam em conformidade com os regulamentos, através da inspeção do certificado internacional de eficiência energética do navio⁹¹.

Regionalmente, existem vários marcos regulatórios governamentais e inter-governamentais que influenciam os portos a tomarem medidas para reduzir as emissões de GEE do transporte marítimo, como as diretivas da UE (subcapítulo 5.1.2). Perante isto, é fundamental que as autoridades portuárias desenvolvam planos e regulamentos para atender a tais requisitos. De ressaltar que, várias estruturas políticas (iniciativas) foram estabelecidas para facilitar a redução das emissões atmosféricas dos navios, como por exemplo, a *EcoPorts* da Organização dos Portos marítimos Europeus (ESPO⁹²).

O Regulamento UE 2017/352 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro de 2017, que estabelece o regime da prestação de serviços portuários e regras comuns relativas à transparência financeira dos portos, define a administração e gestão das infraestruturas portuárias como a principal tarefa das adminis-

⁹⁰ LAM, Jasmine Siu Lee; NOTTEBOOM, Theo - The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe. Em **Transport Reviews**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2014v. 34.

⁹¹ POULSEN, René Taudal; PONTE, Stefano; SORNN-FRIESE, Henrik - Environmental upgrading in global value chains: The potential and limitations of ports in the greening of maritime transport. Em **Geoforum**. [S.l.]: Elsevier BV, 2018v. 89. p. 83–95.

⁹² *European Sea Port Organization*.

trações portuárias. Esta definição demonstra que as administrações portuárias europeias podem ter tarefas e competências muito restritas (gestão de infraestruturas) ou, uma orientação muito mais ampla, com numerosos instrumentos à sua disposição. As regras comunitárias de governação portuária não atribuem competências regulamentares aos organismos de gestão portuária, nem lhes incumbem a execução de determinados objetivos políticos. Um inquérito da ESPO, relativo à governação portuária, revela que, no domínio da regulamentação ambiental, 52% das entidades de administração portuária têm um papel regulador e, 47% não o tem. Dos que têm papel de regulador, 84% emitem a sua própria regulamentação e, 28%, não vão além da transposição de requisitos legais. Os dados deste inquérito sugerem que, existem limitações aos instrumentos que as administrações portuárias podem utilizar para promover a sustentabilidade ambiental, uma vez que quase metade dos inquiridos não têm um papel regulador neste domínio⁹³. Por outro lado, as entidades gestoras portuárias que dispõem de tais poderes já vão, em muitos casos, além do que lhes é exigido por lei.

Entre as iniciativas apresentadas, a proposta de Regulamento da Infraestrutura de Combustíveis Alternativos⁹⁴ assume particular importância para o setor portuário, por se tratar de um conjunto de requisitos para o fornecimento de energia às embarcações marítimas, visando a redução do seu impacto ambiental. A proposta não altera os requisitos da anterior Diretiva de Infraestruturas de Combustíveis Alternativos em termos de fornecimento de GNL, considerando-o como um combustível de transição. No entanto, o principal elemento é a exigência para os portos disponibilizarem capacidade suficiente de eletricidade no cais (OPS⁹⁵) para três das categorias de navios mais poluentes (navios porta-contentores, *ferries* e navios de cruzeiro). Esta disposição está em paralelo com o requisito da proposta *FuelEU* Transportes Marítimos, solicitando aos navios que usem OPS quando disponíveis nos portos para as suas necessidades energéticas no cais, minimizando o risco de ativos supérfluos. Os portos da Rede de Transportes Transeuropeia

⁹³ ESPO - **Trends in EU Ports' Governance 2022** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/06/ESPO-Trends-in-EU-ports-governance-2022-2022_06.pdf>.

⁹⁴ COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos e que revoga a Diretiva 2014/94/UE do Parlamento Europeu e do Conselho**. (2021).

⁹⁵ *Onshore power supply*.

(TEN-T)⁹⁶, com um volume mínimo de tráfego deverão cobrir pelo menos 90 % das escalas portuárias com OPS, reduzindo assim, não só as emissões de CO₂, mas também a poluição das cidades portuárias e áreas costeiras. Esta mudança, no Regulamento da Infraestrutura de Combustíveis Alternativos, suscitará uma maior confiança dos consumidores e dos investidores. No setor marítimo, irá promover um melhor fornecimento de energia elétrica, mais respeitadora do ambiente atmosférico dos portos, bem como as infraestruturas necessárias para o reabastecimento dos navios no cais com combustíveis alternativos, nomeadamente, metano e hidrogénio. Embora este regulamento, de aplicação geral, não tenha impacto direto no transporte marítimo, apoia a transição energética exigida pela Diretiva *FuelEU* Transportes Marítimos⁹⁷.

No Apêndice B, é possível encontrar um resumo das políticas e principais regulamentos, internacionais e regionais, que se aplicam ao setor portuário.

⁹⁶ COMISSÃO EUROPEIA - Regulamento (UE) N.º 1315/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo às orientações da União para o desenvolvimento da rede transeuropeia de transportes e que revoga a Decisão N.º 661/2010/UE.** (2013).

⁹⁷ CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

6. Ações de Descarbonização em Desenvolvimento

Uma importante parte, nas ações de descarbonização, é o emprego de medidas de eficiência energética, atendendo que proporcionam economia de combustível e reduções imediatas de emissões, individualmente em cada navio, mas também beneficia toda a indústria marítima e outros setores em todo o mundo.

Neste campo da eficiência, têm sido desenvolvidos projetos na produção de novos cascos, por forma a torná-los mais leves e hidrodinâmicos, por redução do atrito. Outros projetos focam-se no auxílio do vento para aumentar a eficiência do motor e a consequente redução de consumo de combustível. Ainda neste campo, da eficiência e diminuição do desperdício energético, outros projetos centram-se na utilização do calor residual do motor para alimentação dos sistemas de aquecimento e arrefecimento do navio⁹⁸.

Centrar as atenções na eficiência energética da frota mundial é também uma ação importante, visto que contribuirá para reduzir a procura por combustíveis alternativos e aumentará a disponibilidade nas indústrias marítima, acelerando a descarbonização global⁹⁹.

As previsões sugerem que a procura por eletricidade proveniente de fontes renováveis e biomassa sustentável, crescerá rapidamente nas próximas décadas, à medida que todas as indústrias se descarbonizam. No entanto, a biomassa sustentável é escassa e a capacidade de produção de energia renovável demora tempo a ser construída e implementada. Como resultado, a eletricidade verde e os combustíveis alternativos podem ser limitados enquanto são construídas infraestruturas suficientes para atender à procura que aumentará rapidamente. O caminho para a descarbonização no setor do transporte marítimo permanece altamente incerto, traduzindo-se em riscos regulamentares, comerciais e tecnológicos interligados e interdependentes para todos os intervenientes na cadeia de valor, resumidos no Apêndice C.

No que respeita aos combustíveis, a eletrificação do setor marítimo é considerada uma tecnologia eficiente, contudo, a quantidade de energia exigida pelos navios, restringe a utilização de baterias a distâncias curtas. Como alternativa aos

⁹⁸ COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022**. Bruxelas: [s.n.]

⁹⁹ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022)

combustíveis fósseis, várias fontes alternativas têm sido estudadas, com o hidrogénio verde, o GNL, o gás de petróleo liquefeito (GPL), biometano, amoníaco, biometanol, entre outros. Todas estas fontes constituem-se como uma oportunidade para minimizar as emissões¹⁰⁰. Todas estas alternativas são compostas por diferentes características em termos de disponibilidade, custo, densidade energética, maturidade tecnológica e impacto ambiental e, constituem-se como combustíveis renováveis de baixo carbono (CRBC).

Ao longo deste capítulo, serão abordadas as principais alternativas de CRBC que estão a ser implementadas e propostas para apoiar a transição energética do setor MP, levando-o a diminuir as emissões e, consequentemente, cumprir com as metas propostas internacional e regionalmente.

6.1. Setor do Transporte Marítimo

6.1.1. Eficiência Energética

Várias medidas e tecnologias de eficiência energética estão prontas para os armadores e operadores implementarem. Contudo, apesar da vantagem óbvia de reduzir a procura de energia, as medidas de eficiência continuam a ser aplicadas de forma inconsistente na maioria dos segmentos de transporte marítimo.

Ao longo dos últimas duas décadas têm sido desenvolvidas várias soluções de eficiência energética, tanto operacionais como técnicas, para aumentar a poupança de energia, como, otimização do caimento e do calado, calendarização, otimização da velocidade, sistemas de bloqueio e gestão da acumulação de organismos vivos no hélice e no casco, otimização do formato do casco, aperfeiçoamento do formato do hélice, dispositivos de melhoria da propulsão, recuperação do calor residual, propulsão assistida por vento, entre outras. As empresas que procuram aumentar a eficiência energética da sua frota, geralmente implementam medidas operacionais, pois requerem menor investimento e permitem poupança de combustível até 15%, reduzindo simultaneamente as emissões.

A adoção de medidas de eficiência energética é, atualmente, impulsionada pela redução dos custos e pelo aumento da competitividade comercial. Porém,

¹⁰⁰ GROSSO, Monica *et al.* - **Waterborne transport in Europe - the role of Research and Innovation in decarbonisation**. Luxemburgo: [s.n.]

para atingir a totalidade de todas as frotas, é necessária uma mudança de paradigma, passando a incluir a responsabilidade ambiental. A colaboração e a transparência de vários intervenientes são fundamentais para impulsionar novos modelos de negócio orientados para o ambiente, todavia, muitas partes interessadas mostram-se relutantes em partilhar os seus dados, devido à mentalidade orientada para os custos. A partilha de dados pode permitir um diálogo com terceiros (como os portos) sobre o impacto das decisões sobre emissões de bordo, neste sentido, a digitalização é fundamental para permitir a partilha de dados. A consolidação de uma infraestrutura digital garante a transparência dos dados e, permite que as entidades reguladoras desenvolvam os requisitos ambientais com base em dados reais. Neste campo, o setor dos navios de cruzeiro são um bom exemplo de partilha e colaboração no que respeita a adoção de medidas de eficiência energética. A operação destes navios de dimensões avultadas, obriga a soluções integradas e personalizadas, através de estreita colaboração de uma rede complexa, constituída por proprietário, estaleiro, tecnologia e fabricantes. Este segmento de navios desenvolveu um sistema para aferir o desempenho energético do navio, que penaliza ou recompensa o estaleiro consoante a sua eficiência. Este sistema incentiva a partilha de informação e a adoção de boas práticas, para que sejam usadas nos projetos futuros de novos navios¹⁰¹.

6.1.2. Combustíveis Renováveis de Baixo Carbono

A navegação à vela permitiu que o Homem se afastasse da costa e cruzasse os oceanos. O século XIX e a revolução industrial, trouxeram a invenção da máquina a vapor, permitindo navegar em quaisquer condições de vento. Já no século XX, foi lançado à água o primeiro navio movido com propulsão a diesel, trazendo consigo maior eficiência económica e levando à substituição de toda a frota mundial. A adesão foi de tal ordem que, dos 300 navios a diesel existentes em 1914, cresceram para 8000 em 1940, tendo-se assumido com a principal forma de propulsão até hoje, apesar de, desde a década de 1970, ser utilizado o GNL para alimentar navios reabastecedores de porto, utilizando o gás de ebulição do tanque de GNL em sistemas tradicionais de caldeira/turbina a vapor. Mais recentemente,

¹⁰¹ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022)

a utilização de GNL como combustível noutros tipos de embarcações (como ferries e embarcações de apoio *offshore*) foi desenvolvida com o objetivo de cumprir os limites de enxofre nas ECA, pois, tem um baixo teor de enxofre, reduzindo as emissões de SOx e NOx em 90% e 80%, respetivamente, assim como as emissões de PM quando comparados com os motores diesel¹⁰².

A curto prazo, nenhum combustível alternativo pode satisfazer a procura da totalidade do setor marítimo, devido à falta de matéria-prima e às limitações tecnológicas. Contudo, para que ocorra a descarbonização do setor marítimo será necessário recorrer a todas as vias de combustíveis alternativos, antevendo-se que, nas próximas décadas, o panorama energético do setor marítimo utilize uma mistura de combustíveis alternativos. Assim, na escolha de combustíveis alternativos deve ser considerado que¹⁰³:

- A segurança ambiental e de bordo é garantida;
- Os quadros regulamentares desenvolvidos garantem a devida orientação para a sua implementação;
- A diligência tecnológica para a produção do combustível e para a operação a bordo é alcançada;
- A proporção de infraestruturas e as operações ao longo da cadeia de abastecimento (produção, logística, armazenamento e abastecimento) são as adequadas;
- A diferença de custos, relativamente aos combustíveis fósseis, é inferior.

Presentemente, estão a ser considerados como combustíveis alternativos para o setor marítimo, o metano, o metanol, o amoníaco, o biodiesel e o hidrogénio. A eletrificação não tem vindo a ser considerada pois existem fortes argumentos que a tornam inviável para o setor marítimo de longo curso, como é o caso da baixa densidade energética das baterias, da grande quantidade de espaço requerido

¹⁰² BUREL, Fabio; TACCANI, Rodolfo; ZULIANI, Nicola - Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion. Em **Energy**. [S.l.]: Elsevier BV, 2013v. 57. p. 412–420.

¹⁰³ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. (2022)

para albergar as baterias e, dos custos elevados para a eletrificação. Os combustíveis alternativos, que se podem considerar como ideias, devem reunir determinadas particularidades, onde se inclui¹⁰⁴:

- Possuir elevada densidade energética (Megajoule (MJ)/litro) e energia específica (MJ/quilograma) para minimizar o volume e a massa do combustível e permitir viagens de longa distância;
- Produzir baixos níveis de emissões (SOx, NOx, PM), de modo cumprir com a ECA da IMO;
- Dispor de baixos custos energéticos (Euro/megawatt hora) para assegurar a competitividade com os combustíveis fósseis;
- Libertar reduzidas emissões de GEE ao longo do ciclo de vida (gramas de CO₂e/MJ) para alcançar o objetivo da IMO referente à redução de emissões do transporte marítimo em 50% até 2050;
- Expandir de forma escalada, para garantir disponibilidade de grandes volumes de combustível nas quantidades requeridas pelo transporte marítimo;
- Generalizar as infraestruturas de abastecimento, para permitir que os navios reabasteçam em qualquer porto do mundo;
- Ser compatível com as infraestruturas existentes, para permitir a descarbonização dos navios atuais.

O GNL, anteriormente mencionado, pode oferecer alguns benefícios como combustível marítimo na redução de emissões, comparativamente aos combustíveis fósseis, não sendo, no entanto, suficiente para alcançar os objetivos da IMO. A redução de emissões que o GNL pode proporcionar, até 20%, depende do nível de metano que se encontra nas cadeias de abastecimento e da fuga existente nessas cadeias. Assim, os benefícios climáticos que podem resultar da diminuição de CO₂ nas emissões, são anulados pela fuga de metano que existe a montante na cadeia de abastecimento. Apesar do custo do GNL ser geralmente inferior ao custo dos combustíveis fósseis, outro argumento que não o favorece é o custo de um

¹⁰⁴ GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

navio movido a GNL, que poderá ser entre 20 e 25% mais caro do que um navio movido a combustíveis fósseis¹⁰⁵.

Os cinco tipos de combustíveis mencionados (metano, metanol, biodiesel, amoníaco e hidrogénio), que estão a ser considerados como combustíveis alternativos para o setor marítimo, não se encontram todos no mesmo nível de maturidade e desenvolvimento em cada etapa da cadeia de valor do setor marítimo. Não obstante, nenhum combustível está livre de barreiras em todas as fases da cadeia de valor.

O metano é a via de combustível mais madura e, embora o biometano tenha uma produção dispersa, encontra-se atualmente disponível no mercado e oferece reduções significativas das emissões, podendo ser uma opção atrativa para os pioneiros. A sua produção está dependente do desenvolvimento de projetos de CO₂ biogénico¹⁰⁶ e do aumento da disponibilidade de hidrogénio verde. Se por um lado, o biometano está disponível e tem, graças aos navios movidos a GNL, as infraestruturas de abastecimento e a tecnologia de bordo num estado de maturidade mais avançado, por outro lado, tem a produção descentralizada, não tem regulamentos que o certifiquem e não está associada à liquidação, tornando-se de difícil obtenção.

Tal como o biometano, também o biometanol é um combustível alternativo promissor, porém, enfrenta omissões nos regulamentos de certificação para utilização marítima, a disponibilidade de produção ainda é limitada, dependente de matérias-primas de carbono e, o abastecimento não se encontra estabelecido em grande escala até ao momento, contudo, não se antecipa que existam obstruções ao desenvolvimento das capacidades de abastecimento. O metanol é líquido à temperatura ambiente, tornando-o fácil de armazenar e manusear a bordo, o que tem levado ao rápido crescimento da carteira de encomendas.

O biodiesel também pode desempenhar um papel de combustível piloto ou preferencial, considerando a sua tecnologia madura e a simples expansão de escala. Todavia, os preços finais de venda e a forte concorrência podem torná-lo

¹⁰⁵ BALCOMBE, Paul *et al.* - How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. Em **Energy Conversion and Management**. [S.l.]: Elsevier BV, 2019v. 182. p. 72–88.

¹⁰⁶ CO₂ proveniente de origem não fóssil, como o emitido pelas incineradoras de resíduos domésticos ou centrais de biomassa.

menos significativo na descarbonização do transporte marítimo, fazendo do biometano e do biometanol os combustíveis alternativos mais favoráveis.

O biometano, o biometanol e o biodiesel estão inseridos no grupo dos biocombustíveis, a única via capaz de produzir quantidades comerciais de combustíveis não fósseis, implicando o recurso à conversão de biomassas. Para reduzir as emissões e evitar novos problemas sociais, ambientais e governamentais, os produtores de biocombustíveis devem utilizar biomassa sustentável. Consequentemente, a produção de biocombustíveis poderá ser afetada pela quantidade de biomassa sustentável que está disponível para o setor marítimo. Além disto, determinar a sustentabilidade da biomassa para utilizar no setor marítimo é uma questão complexa, mas central, para salvaguardar que os biocombustíveis produzem o desempenho ambiental desejado. Uma vez que, um dos papéis primordiais dos ecossistemas naturais é a remoção de CO₂ da atmosfera, torna-se prejudicial, do ponto de vista climático, danificar os ecossistemas mediante a colheita de biomassa para a produção de combustíveis. Por isso, é de extrema importância equilibrar a colheita de biomassa com a taxa de regeneração natural. A proteção da biodiversidade, a utilização de métodos de transformação sustentáveis, a análise cuidadosa das alterações na utilização dos solos e dos impactos sociais e, o cuidado de não desviar a biomassa das cadeias de abastecimento alimentar, devem também ser geridos para garantir a sustentabilidade da biomassa¹⁰⁷. Os biocombustíveis de primeira geração, são produzidos a partir de matérias-primas comestíveis, o que tem sido associado a problemas de aumento de preços dos géneros alimentícios e alteração da utilização dos solos. Através da investigação e desenvolvimento, procura-se resolver estas questões com os biocombustíveis avançados de segunda (não comestíveis) e terceira geração (sem concorrência com os géneros alimentícios), aplicando princípios de economia circular e utilização de matérias-primas de resíduos florestais e agrícolas, resíduos orgânicos urbanos, algas e culturas energéticas não alimentares¹⁰⁸.

¹⁰⁷ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022).

¹⁰⁸ INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - **Innovation outlook: advanced liquid biofuels** [Em linha] [Consult. 8 ago. 2023]. Disponível em WWW:<URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Innovation_Outlook_Advanced_Liquid_Biofuels_2016.pdf>.

O amoníaco, enquanto combustível, revela-se um combustível marítimo promissor e tem tido um interesse crescente. Trata-se de um combustível amplamente fabricado em vários setores que, não necessita de carbono para a sua produção, não gera CO₂ na sua combustão, porém, com risco de emissão de óxido nitroso (um significativo GEE) pode ser utilizado em motores de combustão interna ou células de combustível, no entanto, as suas vias encontram-se menos maduras quando comparadas com os biocombustíveis. Não obstante, a tecnologia necessária para a utilização a bordo ainda se encontra em desenvolvimento. O aumento da aplicação do amoníaco como combustível marítimo requer intensificação dos desenvolvimentos tecnológicos, sem comprometer a segurança e a fiabilidade, por intermédio de abordagens de gestão de mudança com base no risco. Esta aceleração de desenvolvimento implica o amadurecimento de vários tipos de motores em simultâneo, a criação de conjuntos de adaptação para vários tamanhos e tipos de motores e, a realização de encomendadas sem as vias de combustível estarem maduras e terem fiabilidade comprovadas. Enquanto produto químico de base, altamente tóxico, o amoníaco detém riscos para a segurança e para o ambiente, acarretando riscos de explosão durante o abastecimento sendo, assim, necessário desenvolver regimes de segurança para conterem a atenuação dos riscos. Independentemente dos portos já operarem com o amoníaco enquanto produto químico de base para fins comerciais, a sua utilização como combustível traz novos riscos de segurança acrescidos para as guarnições dos navios e para o pessoal do apoio portuário. Visto isto, há necessidade de criar boas práticas e desenvolver infraestruturas adequadas de segurança, previamente à utilização do amoníaco como combustível. Hansson *et al* (2020) exploraram a análise de decisão multicritério e concluíram que a redução de emissões de CO₂, utilizando hidrogénio no setor marítimo, pode ser mais rentável do que o amoníaco a longo prazo.

O hidrogénio tem sido apontado como uma forma eficiente de produzir tanto eletricidade para a propulsão, como para as restantes necessidades de eletricidade auxiliar, emitindo apenas água. Este pode ser armazenado a bordo em estado gasoso, como gás comprimido (700 bar) ou, em estado líquido (-253°C à pressão atmosférica). O hidrogénio pode ser produzido a partir de combustíveis fósseis com ou sem captura e armazenamento de carbono, através da eletrólise da água, a partir de eletricidade idealmente renovável, ou, menos frequentemente, a partir de

biomassa. Para além da sua utilização direta em aplicações de células de combustível, o hidrogénio é um elemento-chave na produção de vetores de energia sintéticos, como o metano, o metanol e o amoníaco¹⁰⁹. A densidade energética do hidrogénio (comprimido e líquido) por unidade de massa é, muito superior à dos combustíveis fósseis, mas a densidade energética por unidade de volume é, significativamente inferior, o que significa que a capacidade de carga de um navio é substancialmente sacrificada em detrimento do armazenamento do hidrogénio. Um outro obstáculo que se impõe à adoção do hidrogénio é a falta de infraestruturas nos portos, constituindo-se como potencial solução, a construção de infraestruturas em rotas específicas ponto-a-ponto entre portos altamente desenvolvidos (por exemplo Roterdão e Singapura) ou, em pequenas áreas geográficas¹¹⁰.

Entre o amoníaco e o hidrogénio podem-se identificar prós e contras. O amoníaco tem uma temperatura de condensação bastante superior ao hidrogénio (-33°C) e, como presentemente é comercializado a nível mundial, já existem algumas das infraestruturas necessárias para o produzir como combustível. Por outro lado, o hidrogénio tem vantagens sobre o amoníaco em termos de eficiência de produção e de eficiência de utilização¹¹¹.

6.1.3. O Futuro dos Combustíveis para a Descarbonização

A redução da dependência dos combustíveis fósseis é essencialmente impulsionada pelos navios com propulsão a combustíveis alternativos. As atuais incertezas em torno dos combustíveis do futuro têm levado vários armadores a apostar em navios multcombustíveis que permitem a utilização de combustíveis tradicionais e de combustíveis alternativos, como o metano e o metanol. Em 2022, quase 60% das encomendas de navios novos, foram de navios multcombustíveis¹¹².

¹⁰⁹ GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

¹¹⁰ BALCOMBE, Paul *et al.* - How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. Em **Energy Conversion and Management**. [S.l.]: Elsevier BV, 2019v. 182. p. 72–88.

¹¹¹ International Energy Agency - **The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities**. France: [s.n.]

¹¹² MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. (2022).

Os navios com idades compreendidas entre os 8 e 19 anos estão identificados como fortes candidatos à adaptação multicomcombustível. As principais vantagens da readaptação são ambientais, oferecendo reduções nas emissões de GEE e na poluição atmosférica, em conformidade com os regulamentos das ECA da IMO. Os principais desafios que enfrentam os projetos de modernização, incluem os custos de capital (por exemplo, novo sistema de propulsão), os custos operacionais (por exemplo, aumento dos custos de combustível), o acesso ao combustível e o tempo fora de serviço para a realização da modernização¹¹³.

Atualmente o GNL domina a capacidade contratada para os navios multicomcombustível, mas o metanol e, o interesse em equipar os navios existentes para uso do metanol, estão a crescer rapidamente, já que estes navios propiciam segurança e fiabilidade dos motores. Enquanto o investimento de capital associado à reconversão para um sistema de metanol ronda os 350 euros/quilowatt, a reconversão para um sistema de GNL ronda os 1000 euros/quilowatt. Os custos principais com o sistema de metanol são a conversão do motor e as modificações de segurança na casa das máquinas, visto que, o metanol encontra-se no estado líquido à temperatura e pressão ambientais e, por esse motivo, pode ser armazenado nos tanques de combustível do navio. Por sua vez, a conversão para sistema de GNL, tem a maioria dos custos associados aos tanques de armazenamento e aos sistemas de segurança, dado que o seu estado gasoso obriga a condições de temperaturas criogénicas para armazenamento¹¹⁴.

Os navios com sistemas multicomcombustível facultam flexibilidade de operação, permitindo operar com combustíveis fósseis até que os alternativos estejam disponíveis em quantidades suficientes e tenham um custo inferior. Atualmente, os armadores estão a investir mais em tecnologia de combustível alternativo do que os fornecedores de combustível são capazes de fornecer, num curto espaço de tempo. Este desfasamento ocorre, em parte, porque os investimentos em terra nas infraestruturas de produção são bastante mais elevados e arriscados do que os investimentos em tecnologias de bordo para operar com combustíveis alternativos.

¹¹³ DNV-GL - **LNG as Ship Fuel** [Em linha]. Hamburgo: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.slideshare.net/teriak/lng-as-ship-fuel>>.

¹¹⁴ DENIZ, Cengiz; ZINCIR, Burak - Environmental and economical assessment of alternative marine fuels. **Journal of Cleaner Production**. 113:2016) 438–449.

Assim, as embarcações com capacidade de multicomcombustível continuarão a operar com combustíveis convencionais no futuro próximo.

Uma opção de baixo teor de carbono é o combustível nuclear que, pode oferecer ao transporte marítimo elevada qualidade do ar e grande autonomia, tal como, muitos navios militares utilizam pequenos reatores nucleares a bordo para a produção de energia. No entanto, o material nuclear é uma questão geopolítica muito sensível, acrescentando o facto de muitos portos internacionais proibirem a atracação de navios nucleares por questões de segurança, o que significa que os navios nucleares estão, atualmente, limitados quanto às rotas que podem navegar, resultando num baixo potencial de utilização antes de 2050¹¹⁵.

6.2. Setor Portuário

Os portos sempre exerceram um papel essencial na importação, exportação, armazenamento e distribuição de fontes de energia e, grande parte dos portos são pontos de entrada adequados para os produtos energéticos, por se encontrarem próximos de grandes áreas industriais, densamente povoadas. Ressalve-se ainda que, os portos também são, tradicionalmente, locais de produção de energia pelo seu acesso privilegiado às fontes de energia primárias. Alinhando-se com a transição energética, os portos estão a produzir cada vez mais em energia sustentável, acompanhando a diminuição da produção de energia a partir de combustíveis fósseis. As três principais fontes de energia são a solar, a biomassa e a eólica, tendo o somatório da solar e da biomassa ultrapassado a energia proveniente do petróleo e do carvão e, a energia solar em particular, aumentado na UE de 31% para 58%, de 2016 para 2022.

Como entidades orientadas para as suas missões, os órgãos europeus de administração e gestão portuária, desejam ser parceiros ativos na consecução dos objetivos do PEE da UE e desempenhar um papel primordial na viabilização e otimização da transição energética. As administrações portuárias não se esforçam somente para melhorar as suas próprias diligências na gestão ambiental e climática, mas também desempenham um papel ativo na descarbonização do ecossis-

¹¹⁵ BALCOMBE, Paul *et al.* - How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. Em **Energy Conversion and Management**. [S.l.]: Elsevier BV, 2019v. 182. p. 72–88.

tema portuário. Comprova-se que as administrações portuárias assumem compromissos cada vez mais ativos no domínio da energia ao verificar-se o aumento significativo do número de administrações portuárias que abarcam a produção de energia renovável e promovem a sua utilização – a qual registou um acréscimo de 20% desde 2016, representado atualmente 65% de todas as administrações portuárias da EU – que contribuem com terrenos próprios para gerar, ou apoiar, energia limpa. Esta produção de energia renovável na zona portuária pode ser reintroduzida na rede elétrica das cidades, atuando os portos como portas de entrada para a importação de energias renováveis e combustíveis sustentáveis para a Europa. Além disto, os portos são parceiros essenciais para a importação e exportação de hidrogénio, amoníaco e outras energias renováveis do, e para o, exterior da EU, constituindo-se também como locais de produção. Com este propósito, um grande número de portos está, atualmente, a considerar introduzir soluções *Power-to-X*¹¹⁶ nos seus terrenos, usando eletricidade para produzir hidrogénio, metano e amoníaco¹¹⁷.

O Relatório Ambiental ESPO 2021 revela que a eficiência energética, a qualidade do ar e as alterações climáticas são as três primeiras prioridades ambientais dos portos europeus, tendo as alterações climáticas surgido apenas em 2017 como décima prioridade (Apêndice D). Isso demonstra que as administrações portuárias estão verdadeiramente focadas em reduzir o uso de energia e em aumentar a eficiência energética. Segundo este relatório, quando é feita uma comparação com 2016, verifica-se que o número de administrações portuárias que fixaram metas energéticas aumentou significativamente, onde 53% estabelecem objetivos para as instalações próprias e controladas por si e, 21% alargam esses objetivos a todas as operações e instalações portuárias. Também face a 2016, quando analisadas as medidas adotadas pelas administrações dos portos, constata-se uma tendência

¹¹⁶ É uma série de vias de conversão de eletricidade, armazenamento de energia e reconversão que utilizam energia elétrica excedentária, normalmente durante períodos em que a produção flutuante de energia renovável excede a carga. Os sistemas de conversão de energia que utilizam a energia excedentária são classificados como medidas de flexibilidade e são particularmente úteis em sistemas energéticos com elevadas percentagens de produção renovável e/ou com fortes objetivos de descarbonização. WIKIPEDIA - **Power-to-X** [Em linha], atual. 27 mai. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Power-to-X>>.

¹¹⁷ ESPO - **Trends in EU Ports' Governance 2022** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/06/ESPO-Trends-in-EU-ports-governance-2022-2022_06.pdf>.

crescente em domínios diferentes, onde as administrações adotaram mais medidas para melhorar a eficiência energética e, mais medidas para reduzir o consumo de energia, passando ainda a aumentar o número de administrações que monitorizam o consumo de energia¹¹⁸. A capacidade de definir e implementar todas estas metas depende, fortemente, do modelo de governação e dos instrumentos que estão ao alcance de cada administração portuária.

Um exemplo na produção de hidrogénio verde é o porto de Sines, este está a preparar-se para ser o centro do hidrogénio verde em Portugal, com uma capacidade de eletrolisação prevista de 2,5 gigawatt até 2030 e de 265 megawatt em 2025. Este projeto, assinado e cofinanciado pela EU, baseia-se na eletricidade fotovoltaica e pretende demonstrar a viabilidade da produção de hidrogénio verde, através do desenvolvimento de um eletrolisador de 100 megawatt, o primeiro do género, para produzir hidrogénio verde a partir de campos de eletricidade renovável (eólica e solar)¹¹⁹.

6.3. Perspetivas e ambições para o Setor

Uma vez que é pouco provável que se atinjam as metas de redução de GEE apenas com recurso às medidas de eficiência energética e, que o transporte marítimo mundial cumpra com o EEDI até 2040, torna-se difícil, sem recorrer a combustíveis alternativos, promover a descarbonização que garanta o cumprimento dos objetivos da IMO em reduzir as emissões do transporte marítimo em 50% até 2050¹²⁰. Os desenvolvimentos tecnológicos dos combustíveis alternativos estão a evoluir, mas atualmente, apenas estão disponíveis em escala reduzida e a custo elevado. É impreterível ultrapassar as barreiras que impedem o aumento de escala e a aplicação generalizada dos combustíveis alternativos, para que a descarbonização se torne uma realidade¹²¹. Considerando a versatilidade do tipo de navios e

¹¹⁸ PUIG, Martí; WOOLDRIDGE, Chris; DARBRA, Rosa Mari - **ESPO Environmental Report 2021** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: [https://www.espo.be/media/ESP-2844%20\(Sustainability%20Report%202021\)_WEB.pdf](https://www.espo.be/media/ESP-2844%20(Sustainability%20Report%202021)_WEB.pdf)>.

¹¹⁹ ESPO - **Trends in EU Ports' Governance 2022** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/06/ESPO-Trends-in-EU-ports-governance-2022-2022_06.pdf>.

¹²⁰ BALCOMBE, Paul *et al.* - How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. Em **Energy Conversion and Management**. [S.l.]: Elsevier BV, 2019v. 182. p. 72–88.

¹²¹ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. (2022).

dos perfis de operação, facilmente se depreende que não existe uma única solução que se ajuste a todo o setor do transporte marítimo.

A solução de baterias poderá ter uma viabilidade antecipada, mas não para todos os tipos de navio, eventualmente em navios como ferries, com emprego específico e com possibilidade de carregamento noturno, o que representa uma pequeníssima parte da frota mundial de navios. Para tornar a aplicação de baterias adequada a navios de longo curso, seria necessário aumentar a energia destas cerca de sete vezes, já assumindo à partida, um peso até três vezes superior ao peso do combustível atual, o que está fora do alcance da tecnologia existente.

Para o curto e médio prazo, os armadores não consideram vantajoso, do ponto de vista económico, adaptar navios com mais de 15 anos (valor que representa 50% da frota mundial) com motores multicomcombustível, contudo, os navios com menos de 15 anos são excelentes candidatos para o reequipamento, sendo que estes motores desempenharão, a curto prazo, uma função significativa para a redução de emissões¹²². Nesta adaptação, o biometanol apresenta-se como uma opção mais estimulante, uma vez que pode ser armazenado nos tanques de combustível existentes no navio, enquanto o biometano requer que sejam também adaptados tanques de combustível pressurizados. Igualmente para os navios recentemente construídos, os motores multicomcombustível representam um caminho favorável para a redução das emissões do transporte marítimo. Neste domínio, tanto o biometano como o biometanol podem oferecer baixas emissões de GEE e custos relativamente baixos, quando comparados com outros combustíveis alternativos. A execução de ações críticas para o biometano e biometanol (Apêndice E) irá permitir que a indústria passe rapidamente da ambição à implementação e ao aumento da escala, para que os combustíveis alternativos possam desempenhar um papel mais amplo na descarbonização¹²³.

A longo prazo, a transição para vetores energéticos com zero emissões de carbono, como o hidrogénio ou o amoníaco, será o caminho para reduzir as emissões de GEE. O amoníaco destaca-se por se condensar a temperaturas mais ele-

¹²² HSIEH, Chia-Wen Carmen; FELBY, Claus - **Biofuels for the marine shipping sector**. Copenhagen: [s.n.]

¹²³ MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. (2022).

vadas do que o hidrogénio, -33°C ao invés de -253°C , necessitando, consequentemente, de menos energia durante o processo de condensação. Se ambos os vetores energéticos forem produzidos a partir da eletrolise, pode ser possível obter emissões muito baixas de GEE, especialmente tendo em conta que se espera que a rede elétrica esteja próxima das emissões líquidas nulas até 2050¹²⁴.

Os navios que operam rotas marítimas de curta distância, principalmente em áreas delineadas pelas ECA, são ótimos candidatos para adoção imediata de combustíveis alternativos. Estes navios realizam trânsitos e portos fixos, reduzindo assim os obstáculos à entrada no mercado, uma vez que os problemas de abastecimento de combustível são atenuados mais facilmente. A instalação das infraestruturas num pequeno número de portos necessários para o reabastecimento, é provavelmente suficiente para servir um tráfego significativo e, atenuar as preocupações dos operadores de navios quanto à segurança do abastecimento.

Os navios que operam rotas marítimas de longa distância, com trânsitos entre continentes, encontram maiores obstáculos para entrar no mercado dos combustíveis alternativos, pois as incertezas existentes nas cadeias de abastecimento tornam os armadores prudentes relativamente à transição. Este tipo de navios navegam, geralmente, durante longos períodos sem necessidade de reabastecimento, logo, para manterem o modo de operação utilizando combustíveis alternativos com densidade energética por unidade de volume bastante inferior (hidrogénio e amoníaco), necessitam de um espaço significativamente maior a bordo para o armazenar e, que esteja disponível em todos os portos da sua escala¹²⁵. Portanto, a melhoria de tecnologia para armazenamento a bordo e a disponibilidade de combustíveis alternativos nos portos, principalmente nos centrais, através do desenvolvimento de infraestruturas, é fundamental para o transporte marítimo de longa distância. Sendo, portanto, o amoníaco e o hidrogénio, medidas a longo prazo para o transporte de longa distância, enquadrando-se os combustíveis biológicos e sintéticos a curto e médio prazo.

¹²⁴ GLYNN, James *et al.* - Zero carbon energy system pathways for Ireland consistent with the Paris Agreement. **Climate Policy**. 19:1 (2019) 30–42.

¹²⁵ DNV-GL - **Comparison of Alternative Marine Fuels** [Em linha]. Hamburgo: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://sea-ling.org/wp-content/uploads/2020/04/Alternative-Marine-Fuels-Study_final_report_25.09.19.pdf>.

Um outro ponto a ter em conta na transição energética é o custo dos combustíveis, sendo este um fator significativo na decisão da mudança para os combustíveis alternativos. Numa perspetiva económica, os armadores apenas vão optar por outros combustíveis que não os fósseis, caso os preços de comercialização sejam competitivos. No setor marítimo, nomeadamente no transporte, o custo dos combustíveis alternativos é indubitavelmente superior aos combustíveis fósseis, contudo, os preços vão tendencialmente diminuir quando as curvas de aprendizagem destes aumentarem e, se tornem numa economia de escala. No entanto, é também fundamental que os governos intervenham com incentivos como, por exemplo, o encorajamento à mudança com a imposição de preços mais elevados para o carbono¹²⁶.

¹²⁶ GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

7. Conclusão

O Oceano é uma herança da humanidade, fonte imensa de recursos e biodiversidade sendo, o mais importante regulador climático. Deve, assim, a atenção dos governos e decisores políticos focar-se na sua proteção. Através do Oceano é transportado mais de 90% do volume mundial de mercadorias, o que faz do transporte marítimo o pilar fundamental do comércio global. A procura pelo comércio marítimo tem crescido continuamente desde 1970, sendo o transporte marítimo considerado o melhor indicador de crescimento económico. Contudo, e apesar deste meio de transporte ser considerado eficiente, em termos de emissões por unidade de carga transportada, este crescimento, dependente de combustíveis fósseis, gera externalidades ambientais, com impacto no Oceano e na atmosfera, onde se incluem as emissões de GEE. É necessário tomar medidas ambientais que concretizem, através de ações políticas, legislativas e tecnológicas, um uso equilibrado do Oceano, nomeadamente, no que respeita ao uso do transporte marítimo e dos portos marítimos.

Deste modo, constituiu-se como OG da presente investigação analisar o efeito da descarbonização do setor MP na EA da UE, tendo sido possível alcançá-lo através dos OE estabelecidos para fragmentar o OG.

Revisitando o procedimento metodológico, a estratégia de investigação delineada, seguiu uma metodologia de raciocínio dedutivo assente numa estratégia de investigação qualitativa, substanciada num desenho de pesquisa de estudo de caso. A recolha de dados, assentou na análise documental de obras de referência, estudos, diplomas legais adequados, documentos estruturantes, bem como reflexões publicadas.

Quanto à estrutura, após a introdução, o segundo capítulo apresentou o enquadramento conceptual da investigação, que permitiu normalizar os termos utilizados ao longo do estudo, descrever o modelo de análise adotado e a metodologia utilizada na condução desta investigação. O terceiro capítulo procurou clarificar o posicionamento da EA no seio da UE, mostrando o seu contributo e importância para o domínio da economia da UE. No quarto capítulo descreve-se o ponto em que a descarbonização do setor MP se encontra e quais os desafios que enfrenta este setor tão vasto e amplo. No quinto capítulo procura-se fazer o resumo das políticas, tratados, regulamentos e diretivas que enquadram o setor MP no caminho

da descarbonização. No sexto capítulo relata-se as ações que têm sido desenvolvidas no setor MP, no âmbito da eficiência energética e dos combustíveis alternativos, para permitir que o setor alcance as metas de emissões propostas internacionalmente, fazendo ainda uma perspetiva para o futuro dos combustíveis alternativos no setor MP. Culmina com as conclusões onde se atinge o OG da investigação e se procura transmitir uma reflexão final do presente trabalho, avançando contributos e sugestões para futuras pesquisas relacionadas com o tema.

O primeiro OE pretendia resumir a EA da EU, tendo sido alcançado através do capítulo três, onde se constatou que o setor MP é um dos principais motores da EA, contribuindo amplamente para o desenvolvimento da economia europeia. Considerando apenas o transporte marítimo, cada milhão de euros de PIB gerados, vão praticamente duplicar o valor noutros setores da economia da UE. O desenvolvimento dos vários setores que constituem a EA, tem contribuído extraordinariamente para o aumento da economia, o que articulado com o alcance mundial promovido por estes setores – considerando a gradual preocupação internacional com as alterações climáticas – levou a que os decisores político atribuíssem a devida atenção à EA, promovendo uma abordagem sustentável, que garante simultaneamente o crescimento sustentável da economia, o bem-estar da sociedade e, ao mesmo tempo, permite alcançar os objetivos propostos pelo PEE.

O segundo OE tinha por finalidade identificar as medidas de descarbonização na UE aplicadas ao setor MP, tendo contribuído para esta matéria os capítulos quatro e cinco, onde se identificaram os desafios da descarbonização do setor MP e as políticas internacionais que se aplicam à descarbonização marítima com influência no combate às alterações climáticas e à transição energética. No quarto capítulo constatou-se que a navegação marítima emite cerca de 2,8% das emissões globais anuais de CO₂, onde a frota europeia emite 1,2 GtCO₂e de GEE anualmente, intensificando-se com o crescimento anual do comércio marítimo. Assim, torna-se necessária a adoção de novas tecnologias e incentivos através de compromissos da indústria e de reforma regulatória, para reduzir as emissões. No entanto, o desafio é complexo, pela dimensão internacional do setor (âmbito regulamentar), pelo investimento necessário em diversidade de infraestruturas exigidas (âmbito material/tecnológico) e, pela quantidade e disparidade, em tipo e em dimensão, de navios (âmbito tecnológico). No quinto capítulo são expostas as várias diligências internacionais e regionais, adotadas para estabelecer a redução das

emissões de GEE, alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 das NU. Destacam-se a nível internacional o EEDI, o SEEMP e as ECA, introduzidas pela IMO e, a nível regional o PEE e o pacote Objetivo 55, do qual também faz parte a iniciativa *FuelEU* Transportes. Com o surgimento do pacote Objetivo 55 foi concebida, nos armadores e nas administrações portuárias, a necessidade de agir em vez de reagir a ações de terceiros.

O terceiro OE tencionava analisar os contributos da descarbonização nas operações MP, o que foi desenvolvido no capítulo seis, onde, se demonstrou que os armadores e operadores podem aplicar atualmente uma série de soluções para aumentar a eficiência energética. A utilização destas medidas permite reduzir imediatamente as emissões e, ajuda a atenuar a curva ascendente das emissões marítimas enquanto se continuam a desenvolver vias alternativas de combustível. As medidas de eficiência energética proporcionam poupanças a longo prazo, devendo por esse motivo, ser adotadas com necessidade imediata sem arrependimentos. Existem vários obstáculos comerciais e técnicos que limitam a sua adoção, no entanto, podem ser ultrapassados com ações regulamentares claras e, novos modelos empresariais de colaboração, baseados na partilha transparente de dados.

A transição do transporte marítimo para CRBC é essencial para reduzir o impacto climático. O que torna este setor especialmente interessante, do ponto de vista de estudos de transição, tendo por base a sua dimensão, é o facto de as soluções energéticas CRBC terem de ser implementadas numa grande variedade de segmentos de utilizadores, desde navios de carga e graneleiros intercontinentais a navios de passageiros locais, os quais diferem em termos de condições de mercado, bem como em tipos de navios e perfis de operação. Os intervenientes no setor do transporte marítimo operam em condições estruturais muito diferentes uns dos outros. Isto implica que atores associados a diferentes segmentos operem sob características de regime variáveis e, como tal, enfrentam pressões diferentes, criando diferentes oportunidades e diferentes desafios de transição. Para a implementação de políticas futuras, é importante reconhecer que as respetivas tecnologias CRBC têm vantagens e desvantagens, o que as tornam adequadas a diferentes segmentos do setor do transporte marítimo. A existência de objetivos políticos claros e de possibilidades de financiamento público é vital para que os armadores e os estaleiros navais invistam na tecnologia CRBC. Além disso, o desenvolvi-

mento e a atualização contínuos do quadro regulamentar para as novas tecnologias são cruciais para obter legitimidade. A conjugação de políticas necessárias tem de incluir políticas e iniciativas de estímulo ao mercado e à tecnologia, para que possa conduzir aos processos de transformação desejados. Em suma, há necessidade de instrumentos políticos específicos para cada segmento, um tamanho único não serve para todos.

Como corolário desta investigação, propõe-se que a nível governamental, as políticas e regulamentos, encurtem o espectro de opções e incidam num caminho que guie, quer os armadores, quer as administrações portuárias, a reunir o foco em esforços para alcançar um caminho comum, com as melhores soluções a longo prazo para o setor MP. Deste modo, podem ser criadas, atempadamente, as diretrizes que os portos devem seguir, quer a nível de procedimentos, quer a nível de segurança, para os combustíveis alternativos selecionados. Neste sentido, devem ser criadas metas a atingir em duas etapas distintas, curto prazo e longo prazo, onde seja equacionada a adoção do metanol e do metano e, o amoníaco e o hidrogénio, respetivamente. Ademais, os decisores políticos devem reiterar, permanentemente, a adoção, a implementação e o melhoramento dos critérios de eficiência energética.

Como limitações à presente investigação, destaca-se o número avultado de diplomas da UE que têm implicação, direta ou indireta, na descarbonização do setor MP, assim como as suas rápidas e constantes alterações e atualizações, o que exige uma leitura atenta dos vários diplomas que enquadram a redução de emissões e a transição energética.

Por fim, sugere-se como linha de investigação futura, o estudo da descarbonização do setor MP em Portugal, com vista a abranger, não só a transposição das diretivas da UE, mas também, as decisões políticas adotadas por Portugal para enquadrar e reforçar o processo de descarbonização nacional. Propõem-se a análise das estratégias nacionais com maior incidência no âmbito da preservação do mar, do ambiente, da economia circular e da transição energética, ou seja, abordar a Estratégia Nacional para o Mar, o Plano Nacional de Energia e Clima e a Estratégia Nacional de Educação Ambiental. Como sugestão, recomenda-se a criação de um compêndio da legislação existente no âmbito da EU, por forma a colmatar redundâncias e dispersão de informação disponível e essencial, relativa às medidas da transição energética do setor MP.

A economia, abarcando a EA, é essencial para o desenvolvimento das nações, mas sem um meio ambiente saudável e um Oceano próspero, não existem recursos que resistam ao avanço da procura e do desperdício, colocando em causa a evolução da economia. É determinante que os decisores políticos se dediquem com afinco em criar as melhores políticas de preservação, norteados pela preocupação da saúde humana e o bem-estar da sociedade, com vista a manter permanentemente uma apreciação holística do planeta e da sua sustentabilidade. Por este prisma, a descarbonização do setor MP é um passo decisivo na longa caminhada da economia sustentável do mar.

Referências Bibliográficas

ALAMOUSH, Anas S.; ÖLÇER, Aykut I.; BALLINI, Fabio - Ports' role in shipping decarbonisation: A common port incentive scheme for shipping greenhouse gas emissions reduction. Em **Cleaner Logistics and Supply Chain**. Malmö: [s.n.] v. 3.

ARONOWSKY, Leah - **A History of Decarbonization** [Em linha], atual. 17 nov. 2022. Disponível em WWW:<URL: <https://sofheyman.org/events/decarbonization-and-its-histories>>.

ASARIOTIS, Regina; BENAMARA, Hassiba; MOHOS-NARAY, Viktoria - **Port Industry Survey on Climate Change Impacts and Adaptation** [Em linha], atual, 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://unctad.org/publication/port-industry-survey-climate-change-impacts-and-adaptation>>.

BALCOMBE, Paul *et al.* - How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. Em **Energy Conversion and Management**. [S.l.]: Elsevier BV, 2019v. 182. p. 72–88.

BOILE, Maria *et al.* - Developing a Port Energy Management Plan: Issues, Challenges, and Prospects. **Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board**. 2549:2016) 19–28.

BRANCA, Diogo Simões Lã - **O Futuro do Hidrogénio Verde em Portugal**. Lisboa: Lisbon School of Economics and Management, out. 2021 Dissertação de mestrado.

BUREL, Fabio; TACCANI, Rodolfo; ZULIANI, Nicola - Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion. Em **Energy**. [S.l.]: Elsevier BV, 2013v. 57. p. 412–420.

CHRISTODOULOU, Anastasia; CULLINANE, Kevin - Potential alternative fuel pathways for compliance with the «FuelEU Maritime Initiative». **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. 112:(2022) 103492.

COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Uma política marítima integrada para a União Europeia**. (2007).

COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Crescimento Azul: Oportunidades para um crescimento marinho e marítimo sustentável**. (2012).

COMISSÃO EUROPEIA - Regulamento (UE) N.º 1315/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo às orientações da União para o desenvolvimento da rede transeuropeia de transportes e que revoga a Decisão N.º 661/2010/UE**. (2013).

COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Pacto Ecológico Europeu**. (2019).

COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Estratégia de mobilidade sustentável e inteligente – pôr os transportes europeus na senda do futuro**. (2020).

COMISSÃO EUROPEIA - Regulamento (UE) 2020/852 do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo ao estabelecimento de um regime para a promoção do investimento sustentável, e que altera o Regulamento (UE) 2019/2088**. Bruxelas. (2020)

COMISSÃO EUROPEIA - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. **Nova abordagem para uma economia azul sustentável na UE, Transformar a economia azul da UE para assegurar um futuro sustentável.** (2021).

COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativa à eficiência energética (reformulação).** (2021).

COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos e que revoga a Diretiva 2014/94/UE do Parlamento Europeu e do Conselho.** (2021).

COMISSÃO EUROPEIA - Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho. **Relativo à utilização de combustíveis renováveis e hipocarbónicos nos transportes marítimos e que altera a Diretiva 2009/16/CE.** Bruxelas. (2021).

COMISSÃO EUROPEIA - **The EU Blue Economy Report 2022.** Bruxelas: [s.n.]

COMISSÃO EUROPEIA - **Agriculture and rural development** [Em linha], atual. 2022. Disponível em WWW:<URL: https://agriculture.ec.europa.eu/international/international-cooperation/international-organisations/g7_en>.

CONSELHO EUROPEU - **Iniciativa FuelEU Transportes Marítimos: Acordo provisório para descarbonizar o setor marítimo** [Em linha], atual. 23 mar. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.consilium.europa.eu/pt/press/press-releases/2023/03/23/fueleu-maritime-initiative-provisional-agreement-to-decarbonise-the-maritime-sector/>>.

CULLINANE, Kevin; YAN, Jilian - Evaluating the Costs of Decarbonizing the Shipping Industry: A Review of the Literature. **Marine Science and Engineering**. 10:(2022) 946.

DELGADO, Fernanda - Broadcast Energia. **A Antitrasição - Programa de Eficiência e Descarbonização nos Transportes**. 2020).

DELOITTE - **What is decarbonisation?** [Em linha], atual. mar. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/energy-resources-industrials/articles/what-is-decarbonisation.html>>.

DENIZ, Cengiz; ZINCIR, Burak - Environmental and economical assessment of alternative marine fuels. **Journal of Cleaner Production**. 113:2016) 438–449.

DNV-GL - **LNG as Ship Fuel** [Em linha]. Hamburgo: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.slideshare.net/teriak/lng-as-ship-fuel>>.

DNV-GL - **Comparison of Alternative Marine Fuels** [Em linha]. Hamburgo: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://sea-lng.org/wp-content/uploads/2020/04/Alternative-Marine-Fuels-Study_final_report_25.09.19.pdf>.

DOLL, Claus *et al.* - **Methodology for GHG Efficiency of Transport Modes** [Em linha]. Karlsruhe: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/05/CE_Delft_200258_Methodology_GHG_Efficiency_Transport_Modes.pdf>.

ESPO - **Priorities of European Ports for 2019-2024** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.espo.be/media/Memorandum%20ESPO%20FINAL%20Digital%20version.pdf>>.

ESPO - **Trends in EU Ports' Governance 2022** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/06/ESPO-Trends-in-EU-ports-governance-2022-2022_06.pdf>.

EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The Economic Value of the EU Shipping Industry** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/sites/default/files/publications/Oxford%20Economics%20-%20The%20Economic%20Value%20of%20EU%20Shipping%20-%20Update%202020%20-%20Report.pdf>>.

EUROPEAN COMMUNITY SHIPOWNERS' ASSOCIATIONS - **The EU shipping Industry: A Success Story** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.ecsa.eu/strategic-priorities>>.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY - **Rail and waterborne — best for low-carbon motorised transport** [Em linha], atual. 24 mar. 2021. Disponível em WWW:<URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/rail-and-waterborne-transport>>.

EUROSTAT - **Glossary: Short Sea Shipping (SSS)** [Em linha], atual. 24 jan. 2022. Disponível em WWW:<URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Short_sea_shipping_\(SSS\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Short_sea_shipping_(SSS))>.

EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY - **Medidas baseadas no mercado para uma aviação mais sustentável** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.easa.europa.eu/pt/light/topics/market-based-measures-more-sustainable-aviation>>.

FARIA, Duarte Lynce De - **O (novo) Direito da Segurança Marítima – o Navio, os Estados, as Convenções e a sua Autonomia**. Edições Almedina ed. Coimbra: [s.n.]

FERREIRA, Edgar Rodrigues - **O contributo potencial da energia eólica offshore para as metas de descarbonização da economia e do setor energético em Portugal para 2050**. Lisboa: Lisbon School of Economics & Management, out. 2021 Dissertação de mestrado.

GLYNN, James *et al.* - Zero carbon energy system pathways for Ireland consistent with the Paris Agreement. **Climate Policy**. 19:1 (2019) 30–42.

GOLD ENERGY - **Dióxido de Carbono Equivalente (CO2e)** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://goldenergy.pt/glossario/dioxido-carbono-equivalente-co2e/>>.

GRAY, Nathan *et al.* - Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. Em **Advances in Applied Energy**. [S.l.]: Elsevier Ltd, 2021v. 1.

GROSSO, Monica *et al.* - **Waterborne transport in Europe - the role of Research and Innovation in decarbonisation**. Luxemburgo: [s.n.]

HANSSON, Julia *et al.* - The Potential Role of Ammonia as Marine Fuel—Based on Energy Systems Modeling and Multi-Criteria Decision Analysis. **Sustainability**. 12:2020).

HSIEH, Chia-Wen Carmen; FELBY, Claus - **Biofuels for the marine shipping sector**. Copenhaga: [s.n.]

IBERDROLA - **Transição energética** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/transicao-energetica>>.

IMO - **IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ships** [Em linha], atual. abr. 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/MEPC-72nd-session.aspx>>.

International Energy Agency - **The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities**. France: [s.n.]

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - **Innovation outlook: advanced liquid biofuels** [Em linha] [Consult. 8 ago. 2023]. Disponível em

WWW:<URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Innovation_Outlook_Advanced_Liquid_Biofuels_2016.pdf>.

KNELLER, Sam - **Coastal Zones, Home to Forty percent of World Population** [Em linha], atual. 24 mai. 2020. Disponível em WWW:<URL: <https://medium.com/the-explanation/coastal-zones-home-to-forty-percent-of-world-population-dbbced0fee62>>.

KONAR, Manaswita; DING, Helen - **A Sustainable Ocean Economy for 2050: Approximating Its Benefits and Costs**. Washington, D.C.: [s.n.]

LAM, Jasmine Siu Lee; NOTTEBOOM, Theo - The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe. Em **Transport Reviews**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2014v. 34.

MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022)

MALMBORG, Fredrik Von - Advocacy coalitions and policy change for decarbonisation of international maritime transport: The case of FuelEU maritime. **Maritime Transport Research**. 4:2023) 100091.

MERK, Olaf - **Shipping Emissions in Ports** [Em linha]. Paris: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrw1k83r1-en.pdf?expires=1692118295&id=id&accname=guest&checksum=8EB886744E721EBC78A9B212205C377E>>.

MIDDLEBURY INSTITUTE OF INTERNATIONAL STUDIES AT MONTEREY - **CBE History and Methodology** [Em linha], atual. 2018. Disponível em WWW:<URL: <https://www.middlebury.edu/institute/academics/centers-initiatives/center-blue-economy/about/history>>.

PACIFIC NORTHWEST NATIONAL LABORATORY - **Maritime Decarbonization** [Em linha], atual. fev. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.pnnl.gov/explainer-articles/maritime-decarbonization>>.

PAPE, Marketa - **Decarbonising maritime transport: The EU perspective**. Estrasburgo: [s.n.]

PIÑEIRO, Laura Carballo; MEJIA, Maximo Q.; BALLINI, Fabio - Beyond COVID-19: the future of maritime transport. **Nature Public Health Emergency Collection**. 2021) 127–133.

PINHO, Ana Catarina Almeida - **Emissão de gases com efeito de estufa na distribuição do gás natural**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, set. 2019 Dissertação de mestrado.

PIROTTA, Vanessa *et al.* - Consequences of global shipping traffic for marine giants. **Frontiers in Ecology and the Environment**. 17:2018) 39–47.

POULSEN, René Taudal; PONTE, Stefano; SORNN-FRIESE, Henrik - Environmental upgrading in global value chains: The potential and limitations of ports in the greening of maritime transport. Em **Geoforum**. [S.l.]: Elsevier BV, 2018v. 89. p. 83–95.

PREHN, Michael - Climate strategy in the balance who decides? **Marine Policy**. 131:2021) 104621.

PUIG, Martí; WOOLDRIDGE, Chris; DARBRA, Rosa Mari - **ESPO Environmental Report 2021** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: [https://www.espo.be/media/ESP-2844%20\(Sustainability%20Report%202021\)_WEB.pdf](https://www.espo.be/media/ESP-2844%20(Sustainability%20Report%202021)_WEB.pdf)>.

SANTOS, Jonatan Fagundes dos - **Combustível Sustentável: Como o Hidrogénio se tornará o Combustível do Futuro**. Palhoça: Universidade do Sul de Santa Carolina, jun. 2022 [s.n.]

SANTOS, Lúcio Agostinho Barreiros Dos; LIMA, Joaquim Manuel Martins Do Vale - **Orientações Metodológicas para Elaboração de trabalhos de investigação**. 2. ed. Lisboa: Instituto Universitário Militar, 2019

SANTOS, Vinícius Andrade Dos; SILVA, Patrícia Pereira Da; SERRANO, Luís Manuel Ventura - The Maritime Sector and Its Problematic Decarbonization: A Systematic Review of the Contribution of Alternative Fuels. **Energies**. 15:2022).

SHUKLA, Priyadarshi R. *et al.* - **Summary for Policymakers** [Em linha] [Consult. 15 ago. 2023]. Disponível em WWW:<URL: <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>>.

SPALDING, Mark J. - The New Blue Economy: The Future of Sustainability. **Journal of Ocean and Coastal Economics**. 2:2 (2016).

TIANMING, Gao *et al.* - Going North: China's Role in the Arctic Blue Economic Corridor. Em **International Collaboration, Economic Development, and Sustainability in the Arctic**. [S.l.]: IGI Global, 2018. p. 133–161.

TWI LTD - **What is decarbonization?** [Em linha], atual. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-decarbonisation>>.

UNITED NATIONS - **Interview Peter Thomson: Moving the needle on the sustainable blue economy** [Em linha], atual. 2021. Disponível em WWW:<URL: <https://www.un.org/en/climatechange/peter-thomson-sustainable-blue-economy>>.

UNITED NATIONS - **Blue Economy Definitions** [Em linha], atual. 2018. Disponível em WWW:<URL: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/rok_part_2.pdf>.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT - **Review of Maritime Transport 2019**. Genova: [s.n.]

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - **The Emissions Gap Report 2019** [Em linha] Disponível em WWW:<URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?s>>.

WIKIPÉDIA - **Valor acrescentado bruto** [Em linha], atual. 30 nov. 2019. Disponível em WWW:<URL: https://pt.wikipedia.org/wiki/Valor_acrescentado_bruto>.

WIKIPEDIA - **Power-to-X** [Em linha], atual. 27 mai. 2023. Disponível em WWW:<URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Power-to-X>>.

Apêndice A — Modelo de análise

Quadro 2 – Modelo de análise

TEMA		A descarbonização marítimo-portuária e a EA da União Europeia.					
Objetivo Geral		Analisar o efeito da descarbonização do setor MP na EA da União Europeia.					
Objetivos Específicos		Conceitos		Dimensões	Indicadores	Técnicas de Reco- lha de Dados	Capítulos
OE 1	Resumir a EA na UE	Economia		Política Económica	Diplomas Legais Estudos Estatísticos	Pesquisa Documen- tal	Capítulo 3
OE 2	Identificar as medidas de descarbonização da UE aplicadas ao setor MP	Descarbonização Economia		Política Jurídica Estratégica Ambiental	Diplomas Legais Estudos académicos		Capítulo 4 e 5
OE 3	Analisar os contributos da descarbonização nas operações MP						Capítulo 6
Delimitação		Domínio		Espaço	UE		
				Conteúdo	Descarbonização no setor MP da UE		
				Tempo	2000-2022		
Metodologia de Investigação		Posicionamento		Metodologia de Raciocínio	Estratégia de Investigação	Desenho de Pesquisa	
		Ontológico	Construtivista	Dedutivo	Qualitativa	Estudo de caso	
		Epistemológico	Interpretativista				

Apêndice B — Legislação de Referência da União Europeia

Quadro 3 - Resumo dos Regulamentos e Políticas aplicadas à redução de GEE no setor Portuário¹²⁷

Âmbito	Regulamentos / Políticas
Internacional	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas Protocolo de Quioto Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL) da IMO (EEDI e SEEMP) Estratégia GEE da IMO (2018) Sistema de recolha de dados sobre combustíveis da IMO (2019)
Quadros regulamentos governamentais	Diretiva da UE relativa às energias renováveis para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa Diretiva da UE relativa à eficiência energética (2012/27/UE) Diretiva da UE relativa ao transporte de energia limpa (2014/94/UE) para a construção de infraestruturas de reabastecimento de GNL e fornecimento de energia em terra (OPS) Livro Branco da UE sobre os transportes (2011), que tem como objetivo reduzir as emissões de carbono dos transportes em 60%, até 2050 Regulamento (UE) 2015/757, que exige que os proprietários e operadores de navios monitorizem, comuniquem e verifiquem anualmente as emissões de CO₂ dos navios com mais de 5000 GT e que façam escala em qualquer porto da UE PEE, que exige que a UE se torne neutra em termos climáticos até 2050 e a redução das emissões de CO₂ dos navios nos cais até 50% até 2030 Lei Europeia do Clima, em associação com o objetivo estabelecido no PEE para que a economia e a sociedade europeias reduzam as emissões de GEE até 2030 em, pelo menos, 55% em relação aos níveis de 1990, e se tornem neutras para o clima até 2050
Quadros políticos internacionais (iniciativas)	Guia verde da ESPO da UE e iniciativa EcoPorts Organização dos Portos do Báltico (quadros de política ambiental)

¹²⁷ Adaptado de ALAMOUSH, Anas S.; ÖLÇER, Aykut I.; BALLINI, Fabio - Ports' role in shipping decarbonisation: A common port incentive scheme for shipping greenhouse gas emissions reduction. Em **Cleaner Logistics and Supply Chain**. Malmö: [s.n.] v. 3.

Apêndice C — Riscos tecnológicos, comerciais e regulamentares existentes na transição energética do setor marítimo-portuário.

Quadro 4 - Riscos associados à transição energética¹²⁸

	Produtores de Combustíveis Alternativos	Portos	Armadores e Operadores
Riscos Tecnológicos	• Tecnologias não comprovadas à escala global • Incerteza do funcionamento e da eficiência • Incerteza da normalização dos produtos	• Incerteza das normas e especificações de segurança para o armazenamento e abastecimento	• Incerteza das vias de combustíveis alternativos • Dependências das partes interessadas e do fornecimento de terceiros
Riscos Comerciais	• Custos elevados e incertos • Procura incerta e dispersa	• Procura incerta • Risco de ativos irrecuperáveis • Papel incerto no início da transição	• Custos desconhecidos das novas tecnologias • Acesso incerto a combustíveis alternativos • Incerteza quanto à forma de cobrir os custos adicionais dos combustíveis alternativos
Riscos Legais	• Incerteza das especificações e normas de combustíveis alternativos	• Incerteza das especificações e normas de combustível • Risco da perceção pública dos tipos de combustíveis alternativos específicos	• Incerteza dos regimes regulamentares futuros • Incerteza das especificações e normas de combustíveis alternativos

¹²⁸ Adaptado de MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. (2022).

Apêndice D — Prioridade Ambientais do Setor Portuário

	1996	2004	2009	2013	2017	2018	2019	2020	2021
1	Port development (water)	Garbage/ Port waste	Noise	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality	Air quality
2	Water quality	Dredging operations	Air quality	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Energy consumption	Energy consumption	Climate change	Climate change
3	Dredging disposal	Dredging disposal	Garbage/ Port waste	Energy consumption	Noise	Noise	Climate change	Energy efficiency*	Energy efficiency
4	Dredging operations	Dust	Dredging operations	Noise	Water quality	Relationship with the local community	Noise	Noise	Noise
5	Dust	Noise	Dredging disposal	Ship waste	Dredging operations	Ship waste	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Relationship with the local community
6	Port development (land related)	Air quality	Relationship with the local community	Relationship with the local community	Garbage/ Port waste	Port development (land related)	Ship waste	Ship waste	Water quality
7	Contaminated land	Hazardous cargo	Energy consumption	Dredging operations	Port development (land related)	Climate change	Garbage/ Port waste	Water quality	Ship waste
8	Habitat loss/ degradation	Bunkering	Dust	Dust	Relationship with the local community	Water quality	Port development (land related)	Garbage/ Port waste	Dredging operations
9	Traffic volume	Port development (land related)	Port development (water)	Port development (land related)	Ship waste	Dredging operations	Dredging operations	Dredging operations	Port development (land related)
10	Industrial effluent	Ship discharge (bilge)	Port development (land related)	Water quality	Climate change	Garbage/ Port waste	Water quality	Port development (land related)	Garbage/ Port waste

Figura 7 – Evolução das dez prioridades ambientais do setor portuário¹²⁹

¹²⁹ PUIG, Martí; WOOLDRIDGE, Chris; DARBRA, Rosa Mari - **ESPO Environmental Report 2021** [Em linha]. Bruxelas: [s.n.] Disponível em WWW:<URL: [https://www.espo.be/media/ESP-2844%20\(Sustainability%20Report%202021\)_WEB.pdf](https://www.espo.be/media/ESP-2844%20(Sustainability%20Report%202021)_WEB.pdf)>.

Apêndice E — Ações cruciais necessárias para viabilizar a utilização de metano e metanol nesta década

Quadro 5 - Ações cruciais para o Metanol¹³⁰

METANOL				
	2023	2024	2025	2026
Produção de combustível, abastecimento e logística	Especificação e certificação para uso do biometanol estabelecidas. Procedimentos de abastecimento e diretrizes de segurança disponíveis.	Emissões de CO ₂ , ao longo da cadeia energética do biometanol, quantificadas e acordadas.	-----	Estabelecida Escala global.
Consumo de combustível a bordo e gestão de emissões	Motores a metanol (2 e 4 tempos) com diferentes potências disponíveis no mercado.	-----	Código internacional para navios a gás e outros combustíveis de baixa combustão disponível para o metanol.	

¹³⁰ Adaptado de MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022).

Quadro 6 - Ações cruciais para o Metano¹³¹

METANO				
	2023	2024	2025	2026
Produção de combustível, abastecimento e logística	Classificação e certificação das emissões de fuga da produção em vigor.	Objetivos de emissões de fuga acordados. Emissões de CO ₂ , ao longo da cadeia energética do bio-metano, quantificadas e acordadas.	Aplicação dos objetivos de emissão acordados.	
Consumo de combustível a bordo e gestão de emissões	Validação da abordagem para medir emissões de metano operacionais realistas. Soluções de redução de fugas de metano validadas por sociedades de classificação.	Aplicação dos objetivos de emissão acordados.	-----	Estabelecida Escala global

¹³¹ Adaptado de MAERSK MC-KINNEY MOLLER CENTER - **Maritime Decarbonization Strategy 2022**. 2022).