

NAVIO SUSTENTÁVEL: UMA ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

MANOELLA ELIAS GOMES CAMPELO
FATEC BS - PROF. RUBENS LARA

LEANDRO DE OLIVEIRA SANTOS
FATEC BS - PROF. RUBENS LARA

LUIS FERNANDO COSTA COMPIANI

Introdução

Mundialmente o transporte marítimo é um dos principais transportes comerciais. Segundo a Organização Marítima Internacional (OMI), movimentação internacionalmente mais de 80% do comércio global (ONU, 2020). Por esse motivo, o interesse por inovações é cada vez mais aperfeiçoado e constante. Pensando no meio ambiente e no aquecimento global, a OMI, estabeleceu medidas para diminuir a emissão de gases liberado por navios. Com isso, as empresas começaram a pensar no conceito de navio sustentável, na tentativa de reduzir os impactos ambientais.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O setor de transportes é um dos setores que contribui de forma negativa para o aquecimento global e as embarcações compõem uma parcela significativa deste setor. Em relação ao setor automobilístico, ainda existe um número muito reduzido de embarcações autossustentáveis ou até mesmo híbridas e eficientes energeticamente (SIMÕES, 2020). Este artigo apresenta os impactos ambientais causados por navios, e as alternativas criadas por navios sustentáveis para redução de impactos ambientais.

Fundamentação Teórica

O transporte marítimo e a infraestrutura portuária, são o principal elo do setor produtivo nacional e mundial. Segundo CNI (2020) em 2019, o país exportou 643 milhões de toneladas pelo modal marítimo, sendo 7% correspondente à movimentação de contêineres. Água de lastro, emissão de gases, resíduos e combustíveis, são os principais impactos causado pelo transporte marítimo. Os navios sustentáveis tem por primícias a utilização de sistemas que ajudam diminuir os impactos ambientais. O uso de energia renovável é a principal alternativa para esses impactos.

Metodologia

O tipo de pesquisa desse artigo, tem cunho qualitativo, e como metodologia, uma revisão bibliográfica, através de artigos, livros, trabalhos em geral, sendo realizado de uma forma descritiva e exploratória.

Análise dos Resultados

No sentido de seguir as normas de OMI para redução de impactos ambientais, algumas empresas criaram navios sustentáveis. O E-Ship 1 é um navio cargueiro com turbinas eólicas, assim como o projeto Oceanbird, um navio cargueiro movido a energia eólica com velas. A empresa Norueguesa Yara, construiu o primeiro navio autônomo, movido a bateria e energia solar. O grupo CMA CGM lançou em 2020, o maior e primeiro porta-contêineres movido GNL do mundo. AP Moller-Maersk, apresentará em 2024, o primeiro de uma série inovadora de 8 navios cargueiro, capazes de operar com metanol neutro em carbono.

Conclusão

Os navios são instrumentos essenciais para o comércio nacional e internacional, porém gera um grande impacto ambiental. Ainda existe uma pequena parcela de armadores tomando medidas para reduzir esses impactos. Os navios sustentáveis tornaram-se uma realidade no que se diz respeito a sustentabilidade e preservação do meio ambiente. Observou-se que a utilização de sistemas para diminuir emissão de gases poluentes é o principal enfoque nos navios sustentáveis, onde o desempenho das empresas nessa questão é muito importante para as mudanças climáticas.

Referências Bibliográficas

Confederação Nacional da Indústria. Evolução do mercado mundial de transporte de contêineres. Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2020.
ONU Nações Unidas Brasil. ONU News - Perspectiva Global Reportagens Humanas. 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/09/1727312>. Acesso em: 10 ago 2021.
SIMÕES, Raphael Souza Freire. Uso de energias sustentáveis em navios de recolha de resíduos. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal. 2020.

Palavras Chave

Transporte Marítimo, Navio sustentável, Impactos ambientais

NAVIO SUSTENTÁVEL: UMA ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

RESUMO

O transporte marítimo é um dos transportes mais antigo do mundo, sendo utilizado de várias maneiras, desde transporte de pessoas até cargas de mercadorias incluindo produtos químicos, movimentando internacionalmente mais de 80% do comércio global. Por esse motivo, o interesse por inovações é cada vez mais aperfeiçoado e constante. Pensando no meio ambiente e no aquecimento global, a Organização Marítima Internacional (OMI), estabeleceu medidas para diminuir a emissão de gases liberado por navios. Com isso, as empresas começaram a pensar no conceito de navio sustentável, na tentativa de reduzir os impactos ambientais, utilizando sistemas para redução de emissão de gases e o uso de energia renovável. Este trabalho de pesquisa, foi realizado através de pesquisas bibliográficas e documentais, onde visa destacar, evoluções alcançadas pelo setor mostrando algumas novas tecnologias aplicadas nas novas embarcações.

Palavras-chave: Transporte Marítimo; Navio sustentável; Impactos ambientais.

ABSTRACT

Maritime transport is one of the oldest transports in the world, being used in various ways, from transporting people to loads of goods including chemical products, moves more than 80% of global trade internationally. For this reason, the interest in innovations is increasingly perfected and constant. Thinking about the environment and global warming, the International Maritime Organization (IMO), established measures to reduce the emission of gases released by ships. With this, companies began to think about the concept of a sustainable ship, dealing with reducing environmental impacts, using systems to reduce gas emissions and the use of renewable energy. This research work was carried out through bibliographical and documentary research, which aims to highlight the evolutions achieved by the sector showing some new technologies applied in new vessels.

Keywords: Maritime Transport; Sustainable ship; Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

O transporte marítimo é um dos transportes mais antigos do mundo, sendo utilizado de várias maneiras, desde transporte de pessoas até cargas de mercadorias incluindo produtos químicos. Por esse motivo, o interesse por inovações é cada vez mais aperfeiçoado e constante. Com o desenvolvimento mundial e das indústrias sua importância ficou cada vez mais necessária e essencial, pois é capaz de transportar grandes cargas e em grande quantidade.

Mundialmente o transporte marítimo é um dos principais transportes comerciais. Segundo a Organização Marítima Internacional (OMI), movimentam internacionalmente mais de 80% do comércio global (ONU, 2020).

No que se trata de matérias-primas e mercadorias o transporte marítimo é considerado o mais econômico, mais eficiente e com menos impactos ambientais, porém não é isento de impactos ambientais. Os navios geram resíduos de carga e emissão de gases poluentes no meio ambiente (MELÓN, 2018).

O padrão do comércio marítimo mundial se altera conforme o comércio muda. O comércio está em constante mutação, não só devido às questões políticas, como também devido ao desenvolvimento dos países e às necessidades das populações (FONSECA, 2008).

A OMI foi estabelecida após acordo numa conferência da Organização das Nações Unidas (ONU), em Genebra em 1948. Dez anos depois a OMI passou a existir, tendo como principal objetivo desenvolver e manter uma estrutura regulatória abrangente para o transporte marítimo, abordando questões como: segurança marítima, ações ambientais, assuntos legais, cooperação técnica e eficiência (BRASIL, 2018).

O setor marítimo tem crescido muito nos últimos anos em relação a outros meios de transporte. O modelo de negócio sofreu reestruturações significativas e tornou-se mais competitivo na indústria. Por esse motivo, seu foco é a evolução tecnológica e a sustentabilidade ambiental, tornando mais eficiente (OLIVEIRA, 2020).

A proteção pelo meio ambiente é um tema em discussão em muitos países. A poluição elevada tanto na atmosfera quanto no mar são questões de grande importância para a sobrevivência da natureza incluindo o ser humano.

Outro tema de extrema importância e preocupação é o aquecimento global, gerado pelo setor de transporte, gerando investimentos a nível global na pesquisa e desenvolvimento de fontes energéticas sustentáveis, como questões relacionadas com o armazenamento de energia e eficiência energética. O setor de transportes é um dos setores que contribui de forma negativa para o aquecimento global e as embarcações compõem uma parcela significativa deste setor. Em relação ao setor automobilístico, ainda existe um número muito reduzido de embarcações autossustentáveis ou até mesmo híbridas e eficientes energeticamente (SIMÕES, 2020).

Comparado com outros transportes, o transporte marítimo pode ser menos prejudicial ao meio ambiente na questão de emissão de gases, mesmo assim é necessário um maior controle. Por causa dos combustíveis usados nos navios, eles emitem gases como os óxidos de enxofre (SO_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado atmosférico (MP) e dióxido de carbono (CO₂) (MOURA&BOTTER, 2016).

O transporte marítimo passa por diversas mudanças e avanços tecnológicos e ambientais ao longo do tempo. Com o passar dos anos e depois da existência da OMI, começaram a pensar no conceito de navio sustentável, na tratativa de redução de impactos ambientais, os principais pontos são: água de lastro, emissão de gases, resíduos e combustíveis e materiais perigosos a bordo.

Este trabalho de pesquisa tem por objetivo geral conhecer e destacar de uma forma em geral, os impactos ambientais causados pelo trânsito de navios. Por objetivo específico

conhecer e destacar os chamados navios sustentáveis, de maneira que permita se fazer uma análise construtiva apontando alternativas que venham de encontro a redução dos impactos ao meio ambiente.

Existem diversos motivos para realizar uma pesquisa científica, como uma simples pesquisa sobre um assunto ou até mesmo uma investigação mais aprofundada. Na pesquisa qualitativa, a interpretação do pesquisador apresenta uma importância fundamental (MENEZES, 2019). O tipo de pesquisa desse artigo, tem cunho qualitativo, e como metodologia, uma revisão bibliográfica, através de artigos, livros, trabalhos em geral, sendo realizado de uma forma descritiva e exploratória. Ao abordar esse tema espera-se contribuir com informações que possam ser usadas cientificamente e para a sociedade.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica propõe descrever de uma forma geral a importância dos navios para o comércio mundial, assim como a evolução dessas embarcações ao longo do tempo. Em relação aos impactos ambientais, propõe destacar os impactos que os navios causam nos oceanos e na vida como um todo.

1.1. O TRANSPORTE MARÍTIMO

O transporte marítimo, pode facilitar a mobilidade de mercadorias e pessoas, e tem respondido às crescentes demandas de circulação de ambos nas últimas décadas, com isso tem sido fundamental na exploração da globalização (WILMSMEIER e MONIOS, 2020).

O principal elo do setor produtivo nacional e mundial é o transporte marítimo e a infraestrutura portuária. Segundo CNI (2020) em 2019, o país exportou 643 milhões de toneladas pelo modal marítimo, sendo 7% correspondente à movimentação de contêineres. As cargas containerizadas, respondem por 42% do valor das exportações brasileiras, ou cerca de US\$ 94 bilhões em 2019.

Com a necessidade de transportar diferentes mercadorias e produtos em diferentes países o transporte marítimo foi evoluindo e se diversificando com o passar dos anos.

Por conta da grande diversidade de cargas, houve a construção de vários tipos de navios ao longo do tempo, para atender a necessidade do produto. Eles são divididos em 3 categorias: cabotagem, navegação interior e navegação de longo curso, possuindo vários tipos e finalidades, sendo os principais: cargueiro, graneleiro, tanque, porta container, roll-on/roll-off, porta barcaças e sea-bea (FLORENTINO, 2010).

Outro ponto favorável na evolução do transporte marítimo é a propulsão, fazendo com que os navios possam navegar mais rápidos. A propulsão usada nos navios, pode ser mecânica ou elétrica, segundo AUGUSTO et al. (2017), para que os altos custos operacionais, de manutenção e de construção fossem compensados, inovações e aperfeiçoamentos nos sistemas de propulsão novos propulsores e hélices foram surgindo.

Para um desenvolvimento sustentável dos países, no que se refere as questões sociais, econômicas e ambiental, necessita que o sistema de transporte seja mais produtivo e qualidade. A infraestrutura é o ponto crucial para o crescimento do desempenho dos transportes em geral e principalmente no transporte marítimo.

Segundo Bermúdez (2021), uma vez que é demonstrada a importância e influência do transporte marítimo no crescimento econômico de um país, é necessário dar competitividade aos terminais e caminhar rumo a uma posição estratégica imbatível em todo o mundo.

1.2. TRANSPORTE MARÍTIMO – IMPACTOS AMBIENTAIS

Os oceanos e atmosfera da Terra são temas principais quando se fala de impacto ambiental. A Terra é composta por 70% de oceanos, que possuem milhares de espécies de seres vivos, na qual desempenham um papel importante no ecossistema e para equilíbrio do planeta. A atmosfera terrestre é composta por gases, que por sua vez, tem um papel importante na proteção do planeta Terra.

A água de lastro é a água utilizada pelos navios para compensar a perda de peso decorrente ao embarque e desembarque de cargas, com isso o descarte ocorre principalmente em áreas portuárias. Ao fazer essa troca de água, muitas espécies são capturadas e levadas para outro país. Quando essas espécies começam a procriar no ambiente diferente, são chamadas de "espécies invasoras", isso causa um perigo para o novo ecossistema (AGUILAR, 2019). As principais espécies aquáticas invasoras transportadas por meio da água de lastro no Brasil são: o Mexilhão Dourado, Siri Indo-Pacífico, Vibrião colérico e a Salmonella (SERAFIN E HENKES, 2013).

MONTOYA CISNEROS (2011), explica que as emissões de gases nos navios são geradas no processo de combustão no motor, na qual se forma uma reação química entre um combustível e um oxidante, comburente, que é o ar. Essa reação transforma-se em energia química em energia térmica contida nos produtos de combustão, que é convertida em trabalho no eixo de manivelas do motor. Esta reação química vai reorganizar os átomos dos reagentes – oxidante e combustível, criando os produtos de combustão.

Outras emissões são provenientes dos motores auxiliares, utilizados para gerar energia para o sistema de iluminação, o sistema de segurança, o sistema de radar entre outros. Sua fonte geradora é o óleo combustível para navio, também chamado de bunker. Existem alguns tipos desse óleo, como por exemplo, óleo combustível; óleo combustível intermediário; óleo combustível marítimo e óleo combustível pesado (RODRIGUES, 2013).

A Agenda 21, é um documento que contém ações para o desenvolvimento sustentável dos países, no que se diz respeito a saúde, relações sociais e econômicas e conservação do meio ambiente. O capítulo 17 da agenda 21, é voltado para proteção dos oceanos e uso racional e do desenvolvimento de seus recursos vivos, diz que o ambiente marinho como um todo, forma um conjunto integrado que constitui um componente essencial do sistema de suporte da vida e um recurso essencial para o desenvolvimento sustentável.

A Política Nacional para os Recursos do Mar, tem como objetivo, promover a integração do mar territorial e plataforma continental ao espaço brasileiro e a exploração racional dos oceanos, onde visa o desenvolvimento econômico e social do país e a segurança nacional. Dentro dessa política, houve o surgimento de grupos e comissões para o gerenciamento costeiro e do mar, criando normas e regras para o uso sustentável (ANTAQ, 2011).

2. DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

O transporte marítimo sustentável tem a premissa diminuir os danos ambientais, principalmente da vida oceânica e humana, porém não deixando de atender as necessidades de mobilidade.

O desenvolvimento de projetos de navios sustentáveis tem um crescimento a cada ano que passa, trazendo soluções avançadas para a preservação do meio ambiente e consequentemente da vida humana.

2.1. TRANSPORTE MARÍTIMO – NAVIO SUSTENTÁVEL

Os navios sustentáveis tem por primícia a utilização de sistemas que ajudam diminuir os impactos ambientais. O uso de energia renovável é a principal alternativa para esses impactos.

A energia solar e eólica, são métodos para utilização de energias renováveis usada em navio sustentável, para o aproveitamento energético na geração de energia elétrica. A energia eólica em navios, pode ser utilizada como recursos diretos de navegação como nos navios a vela, ou de maneira indireta com turbinas eólicas para a geração de energia elétrica (FARIAS, 2020). Segundo SIMÕES (2020), o Rotor Sails é um sistema desenvolvido para aproveitar a energia do vento nos navios, possibilitando uma redução na necessidade de combustível até 20%, possibilitando uma redução na emissão de dióxido de carbono superior 5 mil toneladas.

Segundo KONGSBERG (2017), foi desenvolvido um navio sustentável totalmente elétrico, onde possui um sistema que permite a substituição da água de lastro por uso de como uso de lastro permanente. Essa é uma solução extremamente satisfatória para a problemática sobre a água de lastro.

A utilização de gás natural nos motores dos navios tem aumentado, e com isso tendo uma redução significativa de emissão de gases. Os motores marítimos movidos a gás são do tipo Dual Fuel, isto é, podem utilizar como combustível tanto o gás natural como o óleo diesel, em diferentes proporções (CARVALHO, 2018).

O sistema de propulsão elétrica é extremamente vantajoso, apresentando uma maior eficiência, aumenta a manobrabilidade, dispensa a utilização de lemes, eixos e caixas de engrenagem, e principalmente emite menos poluentes. Dentre eles, citamos a propulsão elétrica azipod e a propulsão diesel-elétrica com propulsores azimutais, onde além da emissão de gases poluente ser baixa, apresenta um menor nível de vibração e ruídos, uma solução positiva para a vida marinha (AUGUSTO et al., 2017).

A implementação de um sistema integrado para os resíduos gerados pelos navios, faz parte de uma política para diminuir os impactos ambientais. DEJA et al. (2021), sugere a implementação de um sistema integrado juntamente com os portos, na qual serve de base para o desenvolvimento de cadeias logísticas de resíduos e para a eliminação de incidentes indesejáveis.

A responsabilidade do setor naval com o propósito de reduzir os impactos ambientais, está crescendo a cada ano, com soluções avançadas para a preservação do nosso planeta.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A implementação e os projetos de navios sustentáveis, é uma possibilidade mais próxima da preservação do meio ambiente e de sustentabilidade. No sentido de seguir as normas de OMI para redução de impactos ambientais, algumas empresas criaram navios sustentáveis, implementando sistemas para a preservação do meio ambiente.

O E-Ship 1 é um navio cargueiro (Figura 1), que fez sua primeira viagem em agosto de 2010, é propriedade do terceiro maior fabricante de turbinas eólicas, empresa alemã Enercon GmbH. É um navio com quatro grandes velas rotativas que se erguem de seu convés, são giradas por meio de uma ligação mecânica às hélices do navio. As velas, auxiliam na propulsão do navio, isto é, cria uma força perpendicular que é exercida sobre um corpo giratório movendo-se através de uma corrente de fluido, dependendo das condições meteorológicas, podem ser alcançadas economias de combustível de até 15%.

O E-Ship 1, é usado para transportar componentes de turbinas eólicas (IMC, 2012; ENERCOM, 2016).

Figura 1. Navio Cargueiro, E-Ship 1, com turbinas eólicas.



Fonte: Internacional Marine Consultancy (2012).

Wallenius e Alfa Laval, empresas suecas, uniram forças para produzir um navio cargueiro movido a energia eólica, com de 200 metros de comprimento e 40 metros de largura poderá cruzar o Atlântico em 12 dias. As asas das velas têm 80 metros de altura, dando ao navio uma altura de aproximadamente 105 metros acima da linha d'água, porém, através da construção telescópica elas podem ser abaixadas, resultando uma altura de aproximadamente 45 metros da acima da linha d'água. Com isso, ele emitirá menos 90% de dióxido de carbono do que um navio convencional. O Oceanbird (Figura 2), é um cargueiro voltado especificamente para o transporte de carros, caminhões e outros tipos de veículos. A expectativa é a primeira unidade do navio seja entregue em 2024. Outro fator de extrema importância contribuindo para o impacto ambiental, é que o navio será mais silencioso na água, já que a maioria dos sons do navio não são os geradores ou motores, mas sim a cavitação da hélice. Isso significará muito para as baleias e outros mamíferos marinhos que dependem da audição para navegação, reprodução e busca de alimento (OCEANBIRD, 2020).

Figura 2. Projeto navio Oceanbird, navio movido a energia eólica.



Fonte: OCEANBIRD (2020).

A empresa Norueguesa Yara, construiu o primeiro navio de contêineres elétrico e autônomo do mundo, movido a bateria e energia solar. Com um total de 80m de comprimento e 15m de largura, com nome de Yara Birkeland, possui um sistema de amarração e ancoragem automática, sem necessidade de intervenção humana nos portos. O navio é movido a bateria, reduzindo as emissões de ruído, e as emissões de óxidos de nitrogênio (NOx), e dióxido de carbono (CO2), não terá tanques de lastro, mas utilizará a bateria como lastro permanente (Figura 3). O navio foi projetado para navegar ao longo da costa da Noruega e transportar fertilizantes, onde será possível reduzir o transporte de caminhões movidos a diesel em 40.000 viagens por ano (YARA, 2017, 2018, 2020).

Figura 3. Navio Yara Birkeland, primeiro navio de contêineres elétrico e autônomo do mundo.



Fonte: YARA (2020).

O grupo CMA CGM lançou em 2020 o maior e primeiro porta-contêineres movido a gás natural liquefeito (GNL) do mundo (Figura 4), tem capacidade para 23.000 contêineres. O porta-contêineres, tem como rota Ásia e o norte europeu, possuem 400 metros de comprimento e 61 metros de largura. Ele emite 20% menos dióxido de carbono, 99% menos dióxido de enxofre e 85% menos dióxido de nitrogênio na comparação com navios equivalentes (CMA CGM, 2019, 2020).

Figura 4. Navio Jacques Saadé - grupo CMA CGM. O maior e primeiro porta-contêineres movido a gás natural liquefeito (GNL) do mundo.



Fonte: CMA CGM (2020).

AP Moller-Maersk, apresentará no primeiro trimestre de 2024, o primeiro de uma série inovadora de 8 grandes navios porta-contêineres capazes de operar com metanol neutro em carbono. Os navios substituirão as embarcações mais antigas, gerando uma economia anual de emissões de CO₂ de cerca de 1 milhão de toneladas. Pensando na sustentabilidade ambiental, a Maersk pretende que todos os seus novos navios possam operar com combustíveis neutros em carbono e, assim, ajudar a zerar as emissões líquidas de dióxido de carbono (CO₂) até 2040.

Diferentes empresas estão com foco na questão ambiental para projetos de navio sustentável, como parcerias entre empresas marítimas e empresas de tecnologia, desenvolvendo soluções para diminuir a emissão de gases. Os modelos de navio sustentável, vem totalmente de encontro com a proteção do meio ambiente e com as medidas da OMI. Empresas com esse perfil atrai muito mais clientes que tem um enfoque ambiental, com isso agrega valor e qualidade ambiental.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os navios são instrumentos essenciais para o comércio nacional e internacional, porém gera um grande impacto ambiental. Ainda existe uma pequena parcela de armadores tomando medidas para reduzir esses impactos. Por mais que exista regulamentação que exige medidas para a redução de impactos ambientais geradas por navios, ainda sim é necessário que seja mais exigente, porém ela tem contribuído muito no direcionamento de esforços de armadores e fornecedores de equipamentos, pois existe mais medidas tecnológicas e operacionais. Os navios sustentáveis tornaram-se uma realidade no que se diz respeito a sustentabilidade e preservação do meio ambiente. Os projetos apresentados nos dias de hoje, estão trazendo grandes benefícios ambientais e também econômicos. Observou-se que a utilização de sistemas para diminuir emissão de gases poluentes é o principal enfoque nos navios sustentáveis, onde o desempenho das empresas nessa questão é muito importante para as mudanças climáticas. Apesar dos progressos no sentido da redução da poluição causada pelo transporte marítimo, ainda

resta um grande desafio pela frente, porém as expectativas são grandes, onde cada vez mais as pessoas e empresas estão dispostas a pensar em um melhor futuro ambiental. Esse trabalho de pesquisa, procurou contribuir com informações que possam ser usadas cientificamente e para a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21 GLOBAL. UNCED - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), Agenda 21 (global). Ministério do Meio Ambiente – MMA. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>>. Acesso em: 09 set. 2021.

AGUILAR, Pedro Calvo. **Polizones en el agua de lastre. Especies invasivas**. Revista General de Marina, p. 103, 2019.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **O Porto Verde - Modelo Ambiental Portuário**. Brasília. 2011.

AUGUSTO, Matheus Scheffer da Cunha; RAMOS, Raíssa Oliveira; PAULO, Renata Teixeira dos Santos Correia; MACHADO, Ana Helena Ramalho. **A modernização da propulsão em navios mercantes**. Marinha do Brasil - Centro de Instrução Almirante Graça Aranha - Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante - Curso de Formação de Oficiais de Náutica. Rio de Janeiro. 2017.

BRASIL. Ministério da Marinha. ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI). 2018. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/omi>. Acesso em: 10 ago 2021.

CARVALHO, Vitor Silveira de. **Análise de viabilidade de operação de motores navais a gás natural através de estudos de caso aplicados a navios mercantes**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Evolução do mercado mundial de transporte de contêineres**. Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2020.

CMA-CGM. 2020. **The CMA CGM Jacques Saadé, the world's largest liquefied natural gas-powered containership, has set a new world record for the number of full containers loaded on a single vessel**. Disponível em: <https://www.cma-cgm.com/news/3337/the-cma-cgm-jacques-saade-the-world-s-largest-liquefied-natural-gas-powered-containership-has-set-a-new-world-record-for-the-number-of-full-containers-loaded-on-a-single-vessel>. Acesso em: 13 de set. 2021.

CMA-CGM. 2020. **A vessel of exceptional dimensions: 400 m length x 61 m width x 78 m high**. Disponível em: <http://www.cma-cgm.com/static/PL/attachments/CMA%20CGM%20Jacques%20Saade.pdf>. Acesso em: 13 de set. 2021.

CMA-CGM. 2019. **World Premiere: Launching of the World's Largest LNG-Powered Containership and Future CMA CGM Group Flagship**. Disponível em: <http://www.cma-cgm.com/news/2749/world-premiere-launching-of-the-world-s-largest>

lng-powered-containership-and-future-cma-cgm-group-flagship. Acesso em: 13 de set. 2021.

DEJA, Agnieszka; Kaup, Magdalena; Gróbarczyk, Marek; Słaczka, Wojciech. **Use of the Port Community System in Sustainable Ship-Generated Waste Management.** European Research Studies Journal, v. 24, n. 2B, p. 488-501, 2021.

ENERCON. 2016. **Logistics-Customised logistics solutions.** Disponível em: <https://www.enercon.de/en/company/logistics/>. Acesso em: 21 de set. 2021.

FARIAS, Marcelo dos Reis; PINTO, Luiz Antônio Vaz; MONTEIRO, Ulisses A. **Métodos de eficiência energética e de mitigação de emissões de gases poluentes para navios e os impactos no setor de transporte marítimo.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 776-792, 2020.

FLORENTINO, Mauro Silva. **Gestão de custo no transporte marítimo de cargas no Brasil.** Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil, 2010.

FONSECA, Ana Carolina Coelho Lima da Costa. **O transporte marítimo de mercadorias.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2008.

IMC- INTERNACIONAL MARINE CONSULTANCY. 2012. The E-Ship 1: a Flettner ship. Disponível em: <https://www.imcbrokers.com/the-e-ship-1-a-flettner-ship/>. Acesso em: 21 de set. 2021.

KONGSBERG 2017. **Autonomous ship project, key facts about yara birkeland.** Disponível em: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland>. Acesso em: 11 set. 2021.

MELÓN, Sara Álvarez. **Proposta de melhorias e de indicadores na gestão sustentável de resíduos provenientes de navios no Porto de Lisboa.** Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2018.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes; DUARTE, Francisco Ricardo; CARVALHO, Luis Osete Ribeiro; SOUZA, Tito Eugênio Santos. **Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância.** Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina-PE. 2019.

MAERSK. 2021. **A.P. Moller - Maersk accelerates fleet decarbonisation with 8 large ocean-going vessels to operate on carbon neutral metanol.** Disponível em: <https://www.maersk.com/news/articles/2021/08/24/maersk-accelerates-fleet-decarbonisation>. Acesso em: 14 de set. 2021.

MONTOYA CISNEROS, Juan Carlos. **Redução dos impactos ambientais causados por emissões de gases no transporte marítimo.** Universidade de São Paulo. 2011.

MOURA, Delmo Alves; BOTTER, Rui Carlos. **TRANSPORTE MARÍTIMO-O CORREDOR VERDE PARA O BRASIL.** Revista Gestão Industrial, v. 12, n. 2, 2016.

OCEANBIRD. 2020. **The wind-power solution demonstrated in a vessel concept.** Disponível em: <https://www.theoceanbird.com/>. Acesso em: 21 de set. 2021.

OLIVEIRA, Mariana Filipa Tavares. **O impacto das políticas ambientais europeias no transporte marítimo português.** 2020.

ONU Nações Unidas Brasil. ONU News - **Perspectiva Global Reportagens Humanas.** 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/09/1727312>. Acesso em: 10 ago 2021.

RODRIGUES, Vito Longhi; MÁRCIO DE ALMEIDA, D.ºAgosto. **Análise dos Impactos Ambientais da Navegação de Cabotagem no Brasil: O Caso do Transporte de Minério de Ferro para a Siderúrgica do Pecém.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013.

SERAFIN, Ieda Terezinha; HENKES, Jairo Afonso. **Água de lastro: um problema ambiental.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 2, n. 1, p. 92-112, 2013.

SIMÕES, Raphael Souza Freire. **Uso de energias sustentáveis em navios de recolha de resíduos.** Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal. 2020.

WILMSMEIER, Gordon and MONIOS, Jason. **Geographies of maritime transport.** Edward Elgar Publishing, 2020.

BERMÚDEZ, Beatriz López. **El crecimiento económico y el transporte marítimo: un modelo de datos de panel.** D'ECONOMÍA, n. 1, p. 35-43, 2021.

YARA. 2017. **Enova to support the building of Yara Birkeland.** Disponível em: <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2017/enova-to-support-the-building-of-yara-birkeland/>. Acesso em: 14 de set. 2021.

YARA. 2018. **The first ever zero emission, autonomous ship.** Disponível em: <https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/>. Acesso em: 14 de set. 2021.

YARA. 2020. **Yara Birkeland status.** Disponível em: <https://www.yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit/>. Acesso em: 14 de set. 2021.