

Logística Internacional Sustentável: Alternativas Sustentáveis Aplicadas no Modal Marítimo

*Sustainable International Logistics: Sustainable
Alternatives Applied in the Maritime Modal*

*Sustainable International Logistics: Sustainable
Alternatives Applied in the Maritime Modal*

Barbara Corral e Oliveira¹
barbara.oliveira32@fatec.sp.gov.br

Mariana Goes Santos¹
mariana.santos77@fatec.sp.gov.br

Ligia Duarte Guerra¹
ligia.querra@fatec.sp.gov.br

Palavras-chave:

*Logística.
Práticas Sustentáveis.
Transporte Marítimo.
Emissões de CO₂.*

Keywords:

*Logistics.
Sustainable Practices.
Maritime Transportation.
CO₂ Emissions.*

Palabras clave:

*logística.
prácticas sostenibles.
transporte marítimo.
emisiones de CO₂.*

Enviado em:

20 novembro, 2023

Apresentado em:

05 dezembro, 2023

Publicado em:

29 setembro, 2024

Evento:

6º EnGeTec

Local do evento:

Fatec Zona Leste

Avaliadores:

Rogério Monteiro
Natália Varela da Rocha
Kloeckner



Resumo:

Este artigo aborda a logística internacional, práticas sustentáveis no contexto logístico e o modal marítimo. Inicialmente, apresentamos a logística internacional como a gestão estratégica do fluxo de produtos e destacamos a importância dessa abordagem em um cenário global. Em seguida, exploramos o conceito de logística sustentável, enfatizando a necessidade de reduzir o impacto ambiental no transporte de mercadorias. No que diz respeito ao modal marítimo, buscamos entender sua evolução histórica e sua relevância na economia moderna, considerando sua eficiência e abrangência global no transporte de cargas. No entanto, ressaltamos os desafios associados, incluindo as emissões de CO₂. Em seguida, analisamos as emissões de CO₂ no transporte marítimo, demonstrando que, apesar de ser um dos modais menos poluentes, ainda representa uma fonte significativa de emissões globais. Nos resultados abordamos alternativas sustentáveis, como biocombustíveis, metanol verde e hidrogênio verde, destacando seu potencial para reduzir as emissões de CO₂ no setor marítimo. Além de explorar a ideia de navios sustentáveis que minimizem as emissões de CO₂ e utilizam tecnologias inovadoras, como energia eólica, para melhorar a eficiência.

Abstract:

This article discusses international logistics, sustainable practices in the logistics context, and maritime transportation. Initially, we present international logistics as the strategic management of product flow and highlight the importance of this approach in a global scenario. Next, we explore the concept of sustainable logistics, emphasizing the need to reduce environmental impact in the transportation of goods. Regarding maritime transportation, we seek to understand its historical evolution and its relevance in the modern economy, considering its efficiency and global coverage in cargo transport. However, we underscore the associated challenges, including CO₂ emissions. Then, we analyze CO₂ emissions in maritime transportation, demonstrating that, despite being one of the least polluting modes, it still represents a significant source of global emissions. In the results, we address sustainable alternatives, such as biofuels, green methanol, and green hydrogen, highlighting their potential to reduce CO₂ emissions in the maritime sector. We also explore the idea of sustainable ships that minimize CO₂ emissions and use innovative technologies, such as wind energy, to enhance efficiency.

Resumen:

Este artículo aborda la logística internacional, las prácticas sostenibles en el contexto logístico y el modal marítimo. Inicialmente, presentamos la logística internacional como la gestión estratégica del flujo de productos y destacamos la importancia de este enfoque en un escenario global. A continuación, exploramos el concepto de logística sostenible, haciendo hincapié en la necesidad de reducir el impacto ambiental del transporte de mercancías. Con respecto al modal marítimo, se busca comprender su evolución histórica y su relevancia en la economía moderna, considerando su eficiencia y alcance global en el transporte de carga. Sin embargo, destacamos los desafíos asociados, incluidas las emisiones de CO₂. A continuación, analizamos las emisiones de CO₂ en el transporte marítimo, demostrando que, a pesar de ser uno de los modos menos contaminantes, sigue representando una fuente importante de emisiones globales. En los resultados abordamos alternativas sostenibles, como los biocombustibles, el metanol verde y el hidrógeno verde, destacando su potencial para reducir las emisiones de CO₂ en el sector marítimo. Además de explorar la idea de buques sostenibles que minimicen las emisiones de CO₂ y utilicen tecnologías innovadoras como la eólica para mejorar la eficiencia.

¹ FATEC Zona Leste

1. Introdução

O transporte marítimo, que evoluiu ao longo dos séculos, tornou-se fundamental para a economia moderna (ANDRADE; BIAZON, 2021). Ele é responsável por movimentar cerca de 80% das cargas do comércio mundial, sendo a escolha preferida de importadores e exportadores devido ao seu baixo custo de frete, alcance global e capacidade de transporte em larga escala. No entanto, essa predominância traz consigo desafios significativos em relação às emissões de CO₂ (dióxido de carbono) e poluição. O modal marítimo é a oitava maior fonte de emissão de dióxido de carbono no mundo, como indicado pela IMO (2014).

À medida que as preocupações ambientais aumentam, surge a necessidade de repensar o transporte marítimo. A busca por combustíveis sustentáveis, como o metanol verde e o hidrogênio verde, oferece esperança de reduzir as emissões de CO₂ associadas ao transporte marítimo, de acordo com estudos da IMO. Além disso, a inovação em design de navios, como o projeto da Airbus para navios mais eficientes e sustentáveis, destaca a importância da transição para navios que gerem menos impacto ambiental.

Conforme definido por Christopher (2011) e Novaes (2001), a logística internacional desempenha um papel estratégico na gestão de como os produtos são adquiridos, armazenados e transportados para os clientes finais. Envolve uma série de funções inter-relacionadas, desde transporte até processamento de pedidos, sempre com foco na satisfação das necessidades dos consumidores. No entanto, quando ampliamos nossa perspectiva para o cenário internacional, a logística internacional adquire uma complexidade adicional (DAVID; STEWART, 2010). O transporte de mercadorias desempenha um papel vital nas atividades logísticas do comércio internacional e, conseqüentemente, figura entre as maiores fontes de impacto ambiental.

Simultaneamente, o conceito de sustentabilidade vem ganhando destaque, conforme destacado por Jacobi (2003), à medida que a humanidade se confronta com os impactos negativos das práticas não sustentáveis no meio ambiente e na sociedade. A logística sustentável visa minimizar os impactos ambientais das operações logísticas, promovendo práticas como o uso de biocombustíveis e a reutilização de embalagens (MARCEL et al., 2009).

Neste artigo iremos explorar a interseção entre logística internacional, práticas sustentáveis e transporte marítimo, apontando as estratégias emergentes aplicadas no modal marítimo que buscam reduzir a emissão de CO₂ desse setor fundamental.

2. Fundamentação Teórica

Nesta parte do trabalho busca-se um referencial teórico abrangente, facilitando desta forma a compreensão entre a logística internacional e as práticas sustentáveis neste meio. Aborda-se também questões sobre o modal marítimo para contribuir tanto na análise crítica quanto para o enriquecimento do debate acerca de logística sustentável aplicada no modal marítimo.

2.1. Logística Internacional

A logística, no contexto empresarial, é um campo complexo que envolve o planejamento, implementação e controle eficiente dos fluxos de bens, serviços e informações ao longo de toda a cadeia de suprimentos. A origem do termo remonta ao século XVII, relacionado às atividades militares francesas, mas sua evolução ao longo das décadas reflete a sua importância crescente no cenário global atual. Neste contexto, é fundamental explorar as diversas perspectivas oferecidas por renomados estudiosos, cujas definições proporcionam uma compreensão abrangente e aprofundada do papel vital desempenhado pela logística nas operações empresariais modernas.

Segundo Christopher (2011, p. 2) a logística é "a gestão estratégica de como os produtos são adquiridos, armazenados e transportados para os clientes finais". Ela possui uma natureza estratégica

que vai além da simples movimentação de produtos, envolvendo decisões críticas para o sucesso organizacional.

Novaes (2001), acrescenta que a logística abrange o planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo e armazenamento de produtos, juntamente com os serviços e informações relacionados. Essa gestão logística engloba todo o percurso, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, sempre com foco na satisfação das necessidades do consumidor.

A logística envolve também uma gama de funções inter-relacionadas, incluindo transporte, armazenamento, gerenciamento de estoque, processamento de pedidos e informações, entre outras. Para Ballou (2006, p. 26), a logística engloba "todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final". Essa definição destaca a abrangência da logística e sua importância na otimização de processos para atender às demandas dos clientes.

A perspectiva de Bulgacov (2006) também ressalta que a logística é um processo composto por fases específicas, organizadas de acordo com a origem e o destino dos fluxos logísticos. Essas fases constituem uma sequência de atividades interconectadas, as quais devem ser compreendidas como funções específicas e interligadas. Portanto, a compreensão de cada etapa desses processos é essencial para a eficácia do planejamento logístico.

No entanto, é importante ressaltar que a logística não se limita a contextos domésticos. Quando expandimos nosso foco para o cenário internacional, percebemos que a logística assume uma dimensão ainda mais complexa e estratégica.

Conforme definida por David e Stewart (2010), a logística internacional compartilha semelhanças com os processos da logística doméstica, abrangendo o planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas, porém, com a particularidade de ocorrer em países diferentes

Knuth e Kohlm (2017) descrevem a logística internacional como um conjunto de atividades relacionadas à movimentação eficiente de produtos, que se inicia antes da fabricação, estende-se ao processo de produção e exportação, e chega até o serviço ao usuário pós-vendas. A logística internacional transcende as barreiras nacionais, garantindo a eficiência e a satisfação do cliente em um contexto global.

Por fim, Cunha (2013) destaca que a logística internacional permite o desenvolvimento de estratégias para a redução de custos e o aprimoramento do serviço ao cliente, proporcionando vantagens competitivas. Dessa forma, a logística internacional emerge como um instrumento indispensável na busca por excelência no comércio global.

Em conclusão, a logística internacional emerge como um elemento-chave no cenário empresarial global, desempenhando um papel estratégico na eficiência, competitividade e satisfação do cliente em um contexto internacional. As definições oferecidas destacam a abrangência e a natureza técnica da logística, enfatizando sua importância desde a aquisição de matéria-prima até o consumo final, e sublinhando a necessidade de compreender detalhadamente cada fase do processo.

Ao expandir-se para o âmbito internacional, a logística não apenas enfrenta desafios adicionais, mas também se transforma em um instrumento estratégico para a redução de custos e aprimoramento do serviço ao cliente, oferecendo vantagens competitivas cruciais. As perspectivas de David e Stewart, Knuth e Kohlm, e Cunha ressaltam que a logística internacional vai além de uma simples extensão da logística doméstica, sendo uma disciplina complexa e indispensável para as organizações que buscam se destacar em um ambiente empresarial globalizado e dinâmico. Dessa forma, a compreensão aprofundada da logística internacional torna-se imperativa para orientar as estratégias empresariais em um mundo cada vez mais interconectado.

2.2. Logística Sustentável

Com o passar das últimas décadas temos visto que a palavra sustentabilidade vem ganhando cada vez mais destaque devido aos grandes ataques que o meio ambiente vem sofrendo e os graves impactos que isso anda acarretando na existência humana e os impactos negativos que pode trazer no futuro.

De acordo com Jacobi (2003) a sustentabilidade tem como critério básico a necessidade de integrar e estimular permanentemente as responsabilidades éticas, enquanto da ênfase nos aspectos extra-econômicos serve para reconsiderar os aspectos relacionados com a equidade, a justiça social e a própria ética dos seres vivos. Assim, se compromete a necessidade de multiplicar o acesso à informação e a educação ambiental.

Também temos dentro disso um novo perfil de consumidor que se preocupa com o que está sendo consumido e o que este produto causou de impacto ambiental. Segundo o estudo da GFK- *Consumer Life* (2021), as novas gerações são os mais preocupados, em especial às questões climáticas (aquecimento global) e poluição, são mais atentas as empresas que não se posicionam e não são a favor do meio ambiente com soluções ecológicas. Por isso existe uma preocupação com esse público e como atraí-lo, o que se torna mais uma razão para que as empresas comecem a pensar mais em políticas sustentáveis.

Como já mencionado neste artigo, logística é uma gestão de todo o processo de como um item é adquirido, armazenado e transportado para o consumidor final. Por essa razão a logística sustentável tem como missão reduzir os impactos durante seu processo, além do papel de compreender as ações tomadas na logística e em todos os seus processos visando uma minimização dos impactos ambientais, e tem como alguns exemplos (MARCEL et al., 2009):

- Uso de biocombustíveis, que seja produzido por processos por energias renováveis que emitam menos gases poluentes em seu uso;
- Começar a adotar transporte coletivo entre empresas;
- A reutilização de embalagens ou o consumo de embalagens ecológicas;

Conforme Marcel et al. (2009) existe uma vantagem nas práticas sustentáveis, principalmente em reduzir os danos e impactos negativos durante todo o processo logístico, como a grande emissão de CO₂. Se inserida na gestão estratégica de uma organização, a logística sustentável pode acarretar em redução de danos e impactos negativos ao meio ambiente, e assim trazer impactos positivos em relação à saúde e segurança pública, o que acarreta também um marketing positivo para as empresas que visam esse segmento mais ecológico e com reduções em poluentes.

Além das empresas alguns países começaram a demonstrar sua preocupação com o meio ambiente através de sua legislação. No Brasil, com esse novo olhar para as práticas sustentáveis, foram criadas leis que beneficiam e punem empresas que não tem essas práticas em seu código, a lei n° 13.243/2016 conhecida como Lei de Incentivo e Inovação beneficia fiscalmente empresas que investem em pesquisas e desenvolvem práticas e soluções sustentáveis. E a lei dos crimes ambientais, lei n°9.605 do decreto n°3.179 que pune e define sanções penais e administrativas para qualquer um que cause impactos negativos no meio ambiente (fauna, flora, mar, rio, entre outros) por conta de suas atividades econômicas. Essas leis ajudam na regulamentação ecológica das empresas, faça com que elas sejam obrigadas a se preocuparem se suas medidas são ou não responsáveis ecologicamente.

2.3. Modal Marítimo

Através dos séculos, os oceanos têm desempenhado funções cruciais para a humanidade, servindo como rota para o transporte de bens essenciais como alimentos, tecnologia, recursos energéticos, além de colaborar com a globalização. Em relação ao modal marítimo, este evoluiu para se tornar um elemento indispensável da economia moderna. (ANDRADE; BIAZON, 2021).

O uso do transporte marítimo remonta à antiguidade e desempenhou um papel crucial na facilitação de negócios entre povos e nações. Com o tempo, à medida que surgiu a necessidade de transportar

bens para diferentes continentes, o transporte marítimo evoluiu e diversificou-se. Esse modal é estratégico, permitindo o transporte eficiente de grandes volumes de carga entre países a um custo relativamente baixo (ABAC, 2019). Além disso, este modal abrange uma vasta extensão territorial, dado que aproximadamente 70% da superfície da Terra é coberta por oceanos.

Com uma frota de quase cem mil embarcações, que variam em tamanho e função, transporta uma por movimentar cerca de 80% de todas as cargas do comércio mundial (ONU, 2013). Esses navios servem portos em todos os continentes, demonstrando a amplitude deste modal.

Conforme a Organização Mundial de Comércio (OMC), no ano de 2022, mesmo em meio à pandemia, houve um crescimento médio anual de 4,3% no comércio internacional, particularmente no que diz respeito a produtos estrangeiros. Uma pesquisa realizada para a revista TRADE IN TRANSITION (2022) sobre as expectativas e tendências do mercado global revelou que mais de 70% dos entrevistados observaram um aumento significativo nas vendas para o mercado internacional durante o primeiro semestre de 2022. Isso reflete a mudança no comportamento de consumo de pessoas em várias localidades, impulsionando a necessidade de exportação e importação de ampla gama de mercadorias, desde grãos até veículos, o transporte marítimo é responsável por insumos.

O modal marítimo é a escolha preferida de importadores e exportadores devido ao seu baixo custo de frete, rigorosas normas de segurança, capacidade de transporte em larga escala e habilidade de cobrir longas distâncias. No entanto, essas vantagens são acompanhadas de desafios, como a necessidade de transporte adicional após a chegada das cargas, devido à distância entre os portos e os pontos de consumo, além das exigências de embalagem e trâmites burocráticos que devem ser cumpridos. Isso destaca a complexidade e a abrangência do transporte marítimo no cenário global (FAZCOMEX, 2023).

Em virtude da importância logística e estratégica do transporte marítimo para o comércio internacional, órgãos reguladores foram criados para estabelecer leis, regras e regulamentações tanto ao nível internacional quanto nacional. Um desses órgãos de destaque é a *International Maritime Organization* (IMO), ligado às Nações Unidas (ONU), que tem a missão de promover a segurança e eficiência da navegação, bem como adotar medidas preventivas para evitar a poluição marítima causada por navios (TEIXEIRA, 2019).

2.4. Emissões de CO₂ no Modal Marítimo

O transporte de mercadorias desempenha um papel fundamental nas atividades logísticas do comércio internacional e, conseqüentemente, figura entre as maiores fontes de impacto ambiental. Uma das dimensões-chave do problema é a emissão de gases de efeito estufa. Essas operações logísticas são responsáveis por 25% das emissões globais desses gases e é a área em que as irradiações de carbono mais crescem desde 2000 (COP 24, 2018). Esse impacto considerável é devido ao uso generalizado de veículos e embarcações que dependem de combustíveis fósseis.

Atualmente, o combustível utilizado pela maior parte (95%) dos navios comerciais do mundo é formado por derivados do petróleo chamado de óleo combustível, *bunker oil*, que é uma mistura de óleo diesel com óleos residuais pesados da destilação do petróleo bruto, que emite óxidos de enxofre como subproduto da sua combustão no motor (CBIE, 2019).

Em relação à emissão dos gases de efeito estufa (GEE) o transporte marítimo é o segundo menos poluente, perdendo apenas para o ferroviário em quantidade de emissões de GEE, isto porque tem por característica carregar excesso de mercadoria e percorrer longas distâncias, conseqüentemente, é muito utilizado no transporte internacional de carga, somado ao fato de possuir o frete mais econômico de todos os modais, porém, conta com um tempo de entrega mais alargado se comparado com o aéreo e o rodoviário (QUIRIUS, 2023).

No modal marítimo, as embarcações são a oitava maior fonte de emissão de dióxido de carbono (CO₂) no mundo. Um estudo da IMO sobre a redução GEE, apontou que o transporte marítimo internacional em 2010 representou aproximadamente 3% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂). Além

disso, o estudo previu que essas emissões poderiam aumentar em uma faixa que varia entre 50% e 250% até o ano de 2050. (IMO, 2014).

3. Materiais e Métodos

Para este presente trabalho a metodologia escolhida foi a utilização bibliográfica com base em estudos de artigos de periódicos científicos, revistas e livros, sendo que a maior parte da pesquisa será realizada na internet pelos sites: Google Acadêmico, Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), organizações governamentais, relatórios de organizações internacionais e bibliotecas eletrônicas que abrangem uma coleção selecionada de periódicos científicos.

4. Resultados e Discussões

A seguir veremos as principais práticas sustentáveis aplicados no modal marítimo que visam a redução da emissão de CO₂, e as leis que as amparam e incentivam sua realização.

4.1. Combustíveis Sustentáveis

Antes de se falar sobre combustíveis sustentáveis e como eles podem ser uma opção para a diminuição de CO₂ nas embarcações, precisamos primeiro entender o que está sendo usado. Como mencionado, a maioria dos navios usa combustíveis fósseis, um dos mais famosos são o óleo bunker e óleo diesel marítimo, e precisam seguir padrões que foram definidos pela *Internacional Organization for Standardization* (ISO) com a recente ISO 8217:2017, divide os combustíveis em residuais e destilados. Os navios mais tecnológicos usam combustíveis que são mais viscosos e pesados, o que faz eles serem mais econômicos, mas, ao mesmo tempo, emite mais CO₂ por conta da sua queima.

4.1.1. Óleo Bunker

O óleo bunker sendo o mais usado nas embarcações, é uma destilação do petróleo bruto (PETROBRAS, 2021), em sua composição temos um petróleo mais leve e o outro mais denso. O combustível marítimo costuma ser mais viscoso e por essa razão precisa ser aquecido e isso acaba tendo uma emissão muito grande de poluentes como enxofre, mas esse fator também é mais barato que outros combustíveis e não pode ser reusado por conta da sua queima. Isso faz com que seja muito usado por embarcações porque usam muito combustível em pouco tempo e a maioria já está equipada com caldeiras para queima deste produto.

Conforme a IMO, a queima desse produto pode prejudicar a saúde humana causando doenças graves e pode acarretar a morte, por isso a IMO estabeleceu em 2020 um limite do tanto de enxofre que um combustível é permitido de soltar em sua queima, a regra começou a ser posta em vigor no mesmo ano. Mesmo assim, a queima deste combustível continua sendo extremamente prejudicial e ajudando na emissão de poluentes e ajudando para a poluição do nosso planeta. Por isso se existe essa preocupação e incentivo para que se cada vez mais usem alternativas de combustíveis sustentáveis e menos poluentes.

4.1.2. Metanol Verde

O metanol verde pode ser essa opção mais sustentável, já que ele é um biocombustível. Desenvolvido pela União Europeia pelo projeto *Laurelin* (CORIDS, 2022) tem como foco a pegar a poluição de CO₂ e transformá-la em um combustível que tenha baixa emissão de CO₂. O metanol verde não elimina 100%, mas o reduz de forma significativa, e consideram que ele pode ter um papel importante na redução de CO₂, principalmente porque ele é viável ao uso do modal, tanto que a (MAERSK, 2022) pretender chegar à emissão de carbono zero e já afirmou que o metanol verde traz essa realidade algo mais possível.

Esse projeto se torna interessante para as empresas porque existe cada vez mais uma preocupação da população e governamental pelas questões ambientais, além de ser uma fonte de energia renovável e está se tornando crescente. Por isso que com o aumento das exportações e importações o modal marítimo também vai seguir crescendo, e deve-se ter uma mudança urgente em seus impactos, por isso esse segmento precisa se manter atento nessas novas inovações tecnológicas e sempre procurar pela maneira menos prejudicial.

4.1.3. Hidrogênio Verde

O hidrogênio verde também é uma opção sustentável de biocombustível, ele é produzido por energia elétrica de fontes de energia limpa e renovável e emissão de carbono zero. O hidrogênio é um agente integrador entre energia elétrica e outras aplicações e pode ser aplicado em diversos lugares, como fabricação de produtos, fertilizantes e combustíveis. Ele é 100% sustentável, sem nenhuma emissão desde a produção até a sua queima, além disso, ele gera muito mais energia com muito menos combustível, o que é um grande atrativo.

A *World Wildlife Fund* (2020) afirma que ele também pode ser usado na composição de outros combustíveis, e se beneficiando dos benefícios do hidrogênio verde. Por conta disso, países como Alemanha, Japão e China estão investindo nesse combustível e estão se tornando líderes em sua produção e pesquisa. E o Brasil não está fora disso, ele anda avançando em pesquisas para produzir esse combustível. Segundo o Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais (IPR) da PUC-RS (2022) desde 2021 a produção de hidrogênio verde está sendo estudada e vendo se esse novo combustível é viável ao mercado brasileiro.

Infelizmente os custos transformam esse combustível em algo ainda não viável, apesar de sua potência de energia com uma emissão pequena, o combustível por ainda estar em fase de teste e estudos ainda não é encontrado no mercado de forma fácil e quando encontrado tem um preço muito mais elevado do que o já utilizado, por essa razão o hidrogênio verde ainda não está totalmente em uso.

4.2. Navios Sustentáveis

Outra opção são os navios sustentáveis, navios que trazem pouca ou nenhuma emissão de CO₂ e além de que todos os recursos produzidos do navio possam ser reutilizados gerando o menor impacto possível. Para esses navios as opções mais interessantes são as que utilizam energia renovável.

A empresa AIRBUS, muito conhecida por seus aviões e que só recentemente investiu em sua frota de navios, tem planos de fazer uma nova frota inteira de navios sustentáveis. Esses navios utilizarão de energia elétrica, muito parecida com a eólica, já que terá seis motores com cilindros giratórios que usam os ventos para gerar impulso, conforme a empresa isso vai reduzir a emissão de carbono de 68 mil para 33 mil, os navios também terão a bordo dois motores com biocombustíveis, software de roteamento com uma tecnologia para traçar o percurso mais eficiente e com o melhor aproveitamento dos ventos marítimos e poderá transportar 70 contêineres de 12 e seis conjuntos de aeronaves, sendo que sua atual frota transporta apenas quatro conjuntos (GOMES, 2023).

Infelizmente essa opção também tem seus problemas, já que navios como esse devem ser projetados por conta da falta de tecnologia, além dos custos altos, falta de um incentivo para as empresas e certa resistência a mudanças que a indústria marítima pode ter.

5. Conclusão

O modal marítimo é um componente essencial do comércio internacional e desempenha um papel fundamental no transporte de mercadorias em todo o mundo. No entanto, sua predominância e alcance também o tornam uma fonte significativa de emissões de dióxido de carbono (CO₂) e poluentes, representando uma considerável preocupação ambiental.

A logística sustentável surge então com uma abordagem para lidar com as crescentes preocupações ambientais, especialmente no contexto do transporte marítimo internacional. Neste artigo, exploramos diferentes estratégias para mitigar o impacto ambiental do transporte marítimo e promover práticas sustentáveis.

Uma das abordagens para reduzir a pegada de carbono do modal marítimo é a transição para combustíveis mais sustentáveis. Alternativas como o metanol verde e o hidrogênio verde têm o potencial de oferecer uma redução significativa nas emissões de CO₂, aproveitando fontes de energia renovável e eliminando a poluição associada aos combustíveis fósseis. Apesar dos desafios financeiros e de infraestrutura, esses biocombustíveis promissores estão recebendo atenção crescente em todo o mundo.

Além disso, a concepção de navios sustentáveis que utilizam energia renovável, como a propulsão eólica, está se tornando uma realidade. Empresas como a Airbus estão investindo na construção de navios com menor impacto ambiental, utilizando tecnologias inovadoras para reduzir as emissões e otimizar a eficiência do transporte marítimo. No entanto, a adoção dessas tecnologias enfrenta desafios significativos, como custos, resistência à mudança e falta de infraestrutura adequada.

A transição para práticas mais sustentáveis exige uma colaboração efetiva entre governos, indústrias e sociedade. Incentivos governamentais, regulamentações ambientais mais rigorosas e conscientização pública são essenciais para impulsionar a adoção de medidas sustentáveis no setor marítimo.

Em última análise, a implementação bem-sucedida da logística sustentável no transporte marítimo não apenas contribuirá para a redução das emissões de CO₂, mas também promoverá um equilíbrio crucial entre o crescimento econômico global e a preservação do meio ambiente. O desafio agora reside na transformação efetiva dessas visões em ações concretas para construir um futuro onde a logística internacional seja não apenas eficiente, mas também ecologicamente responsável, a questão é quanto tempo levará para que o modal marítimo sustentável seja uma realidade? O setor estará disposto a aceitar os investimentos em detrimento da vida humana?

Referências

ABAC. **A necessidade para desenvolver um modal estratégico**. 2019. Disponível em: <<https://abac-br.org.br/a-necessidade-para-desenvolver-um-modal-estrategico/>> Acesso em: 01 de novembro 2023.

ANDRADE, Bernardo; BIAZON, Tássia. **O transporte marítimo e o uso sustentável do oceano**. Jornal USP. 2021. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/artigos/o-transporte-maritimo-e-o-uso-sustentavel-do-oceano/>> Acesso em 01 de novembro de 2023

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Bookman. 2006. Disponível em <https://www.academia.edu/36531997/GERENCIAMENTO_DA_CADEIA_DE_SUPRIMENTOS_LOG%3%8DSTICA_EMPRESARIAL>. Acesso em 10 de outubro de 2023

BRITO, Débora. **Efeito estufa: transporte responde por 25% das emissões globais**. Agência Brasil. 2018. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

BULGACOV, Sergio. **Manual de gestão empresarial**. 2006. Disponível em: <<https://pesquisa-eaesp.fgv.br/professor/sergio-bulgacov>> Acesso em 10 de outubro de 2023

CBIE. Qual o Combustível usado por Navios?. 2019. Disponível em: <<https://cbie.com.br/qual-o-combustivel-usado-por-navios/>> Acesso em 26 de Outubro de 2023

CBW ASSESSORIA DE IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO LTDA- **QUAIS SÃO OS MODELOS DE TRANSPORTE MAIS UTILIZADOS NO COMÉRCIO EXTERIOR**. 2002. Disponível em: <<https://www.cbwexport.com.br/blog/geral/quais-sao-os-modais-de-transporte-mais-utilizados-no-comercio->

exterior.html#:~:text=Estima%2Dse%20que%20cerca%20de,tamanho%20e%20tipo%20de%20carga>
Acesso em: 26 de outubro de 2023

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. Cengage Learning. 2011. Disponível em: <https://issuu.com/cengagebrasil/docs/log_stica_e_gerenciamento_da_cadeia>
Acesso em 27 setembro de 2023

CORDIS. Selective CO₂ conversion to renewable methanol through innovative heterogeneous catalyst systems optimized for advanced hydrogenation technologies (microwave, plasma and magnetic induction). 2022. Disponível em: <<https://cordis.europa.eu/project/id/101022507>>. Acesso em: 30 out. 2023

CUNHA, Claússia Neumann. **A logística internacional como ferramenta indispensável para o crescimento dos negócios internacionais**. 2013. Disponível em: <<https://adm03nc-logistica.webnode.page/news/a-logistica-internacional-como-ferramenta-indispensavel-para-o-crescimento-dos-negocios-internacionais-gabriela-marinho/>> Acesso em 31 de outubro de 2023

DAVID, Pierre; STEWART, Richard D. **Logística internacional**. 2010. Disponível em: <https://issuu.com/cengagebrasil/docs/logistica_internacional_gest_o> Acesso em 31 de outubro de 2023

FAZCOMEX. **Entenda mais sobre a exportação marítima**. Julho de 2023. Disponível em <<https://www.fazcomex.com.br/comex/exportacao-maritima/>> Acesso em 22 de outubro 2023

GFK - **Consumer Life**. 2022. Disponível em: <<https://www.gfk.com/products/gfk-consumer-life>> Acesso: 22 de outubro 2023

GOMES, Vitoria Lopes. **Companhia aérea Airbus terá frota de navios sustentáveis**. 2023. Disponível em: < <https://olhardigital.com.br/2023/11/02/carros-e-tecnologia/companhia-aerea-airbus-tera-frota-de-navios-sustentaveis/>>. Acesso em 02 de novembro de 2023.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Cortando as emissões de óxido de enxofre**. 2020. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

ISO. **ISO 8217:2017. Petroleos produtos – Especificações para combustíveis marinhos**. 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/64247.html> Acesso em 30 de outubro 2023

JACOBI, Pedro. **Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade**. Março de 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>> Acesso: 23 de outubro 2023

KNUTH, Valdecir; KOHLM, Aliciane. **LOGÍSTICA INTEGRADA**. 2017. Disponível em: <<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/gabarito/gabarito.php?codigo=15912>> Acesso em 31 de Outubro de 2023

MAERSK. **Maersk accelerates fleet decarbonisation with 8 large ocean-going vessels to operate on carbon neutral metanol**. 2022. Disponível em: <<https://www.maersk.com/news/articles/2022/08/24/maersk-accelerates-fleetdecarbonisation>>. Acesso em: 30 out. 2023.

Marcel Oda; Zoraide Amarante Itapura de Miranda; Alice Itani; Eduardo Licco; Luiz Alexandre Kulay - **LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL: CONTRIBUIÇÃO A PROCESSOS DE GESTÃO**. 2009. Disponível em: <<https://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/inter-2-2009-1.pdf>> Acessado em: 25 de outubro de 2023

NOVAES, Antônio G. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, operações e planejamento**. Rio de Janeiro: Campos, 2001. Disponível em: <https://www.academia.edu/40130206/LOG%C3%8DSTICA_E_GERENCIAMENTO_DA_CADEIA_DE_DISTRIBUI%C3%87%C3%83O>. Acesso em 15 de outubro de 2023

ONU. **COP24: o que está em jogo e o que você precisa saber.** 2018. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2018/12/1649911>> Acesso em 13 de outubro de 2023

ONU. **Transporte marítimo perfaz mais de 80% do comércio global.** 2020. Disponível em:

<<https://news.un.org/pt/story/2020/09/1727312>> Acesso em 01 de novembro de 2023

ORGANIZAÇÃO MARÍTIMA INTERNACIONAL (IMO). 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2019/68a-ro/app_68ro_ctlog_imo.pdf>. Acesso em: 25 de setembro de 2023.

OMC. **WTO Annual Report 2022.** Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/anrep22_e.htm Acesso em 26 de outubro de 2023

PLANALTO. **LEI Nº 13.243.** Janeiro de 2016. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm> Acesso em: 25 de outubro 2023

PLANALTO. **LEI Nº 9.605.** Fevereiro de 1998. Disponível em:<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=L9605&text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A>Acesso em: 25 de outubro 2023

PETROBRAS. **Combustíveis marítimos: informações técnicas.** 2021. Disponível em: <https://petrobras.com.br/data/files/02/83/FA/2C/5A39C710E2EF93B7B8E99EA8/Manual_Combustiveis_Maritimos_2021.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

PUC-RS. **Energia do futuro? Entenda o que é o hidrogênio verde: projeto conduzido no Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais da PUCRS aposta no hidrogênio com baixa emissão de carbono.** 2022. Disponível em: <<https://www.pucrs.br/blog/hidrogenio-verde/>>. Acesso em: 30 out. 2023.

QUIRIUS. **Descarbonização do transporte marítimo. Os navios elétricos finalmente vêm aí?** 2023. Disponível em: < <https://quarius.com.br/descarbonizacao-do-transporte-maritimo-os-navios-eletricos-finalmente-vem-ai/#:~:text=Eles%20emitem%20menos%20CO2%20do,s%C3%A3o%20realizadas%20pelo%20modal%20mar%C3%ADtimo> > Acesso em 25 de outubro de 2023

TEIXEIRA, J. C. **Sustentabilidade: o que é, como funciona, benefícios e exemplos.** 2019. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/sustentabilidade/#:~:text=Consiste%20na%20busca%20por%20formas,o%20ritmo%20de%20crescimento%20econ%C3%B4mico> >. Acesso em: 01 de novembro de 2023.

TRADE TRANSITION - **Comércio global: tendências e expectativas.** 2022. Disponível em:<https://impact.economist.com/projects/trade-in-transition/global-overview/?utm_medium=cpc.adword.pd&utm_source=google&ppccampaignID=19495686130&ppcaclid=&utm_campaign=a.22brand_pmax&utm_content=conversion.direct-response.anonymous&gclid=Cj0KCQjwqP2pBhDMARIsAJQ0Czqw1-0gCJGjFHs_YP-ADAYWe-VZMH2YGGBx2Uwg3e1iwrYMF5iSjh4aAtaqEALw_wcB&gclsrc=aw.ds> Acessado em: 26 de outubro de 2023

WORLD WILDLIFE FUND. **Hidrogênio Verde** 2020. Disponível em: https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/hidrogenio_verde/ Acesso em 02 de novembro de 2023.