

MÉTODOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES POLUENTES PARA NAVIOS E OS IMPACTOS NO SETOR DE TRANSPORTE MARÍTIMO

DOI: 10.19177/rgsa.v9e0l2020776-792



Marcelo dos Reis Farias¹
Luiz Antônio Vaz Pinto²
Ulisses A. Monteiro³

RESUMO

O presente artigo apresenta e categoriza, em 6 grupos de atuação, as diversas técnicas e métodos que vem sendo utilizados e desenvolvidos em todo o mundo para a redução de emissões de gases poluentes provenientes da exaustão de Navios. A utilização e combinação destas técnicas são apontadas como indispensáveis para o cumprimento das metas da Organização Marítima Internacional (IMO) para 2050 e já definem novos parâmetros para os futuros e atuais projetos de Navios, fortalecendo cada vez mais o conceito de “GreenShips”. No entanto a aplicação destas técnicas de mitigação geram impactos consideráveis no comércio marítimo. Alguns destes impactos são abordados e discutidos neste artigo.

Palavras-chave: Mitigação, Gases Poluentes, Eficiência Energética, Setor Marítimo.

¹ Mestre. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro / Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca E-mail: marcelo.farias@oceanica.ufrj.br

² Doutor. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: vaz@oceanica.ufrj.br

³ Doutor. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: ulisses@oceanica.ufrj.br

ENERGY EFFICIENCY AND POLLUTING GASES EMISSIONS MITIGATION METHODS FOR SHIPS AND THE IMPACTS ON THE MARITIME TRANSPORT SECTOR.

ABSTRACT

This paper presents and categorizes in 6 working groups, the various techniques and methods that have been used and developed around the world to reduce pollutant gas emissions from ship exhaustion. The use and combination of these techniques are indicated as indispensable to achieve the International Maritime Organization (IMO) goals for 2050 and already set new parameters for future and current ship projects, increasingly strengthening the concept of "GreenShips". However the application of these mitigation techniques generate considerable impacts on maritime trade. Some of these impacts are addressed and discussed in this article.

Keywords: Mitigations, Polluting gases, Energy Efficiency, Maritime sector.

1 INTRODUÇÃO

A globalização permite um nível de interação mundial muito grande, facilitando o comércio e as relações internacionais e locais, que crescem aceleradamente ao longo dos anos. Como fruto deste alto grau de interações internacionais e locais, pode-se destacar o aumento da quantidade de transporte e viagens em geral, seja de mercadorias ou pessoas, e desta forma aumentando o consumo de energia pelo setor de transporte. No entanto a maioria dos meios de transporte utilizados atualmente operam através da energia proveniente da queima de combustíveis fósseis, os quais geram gases poluentes com alto poder de dano ao meio ambiente.

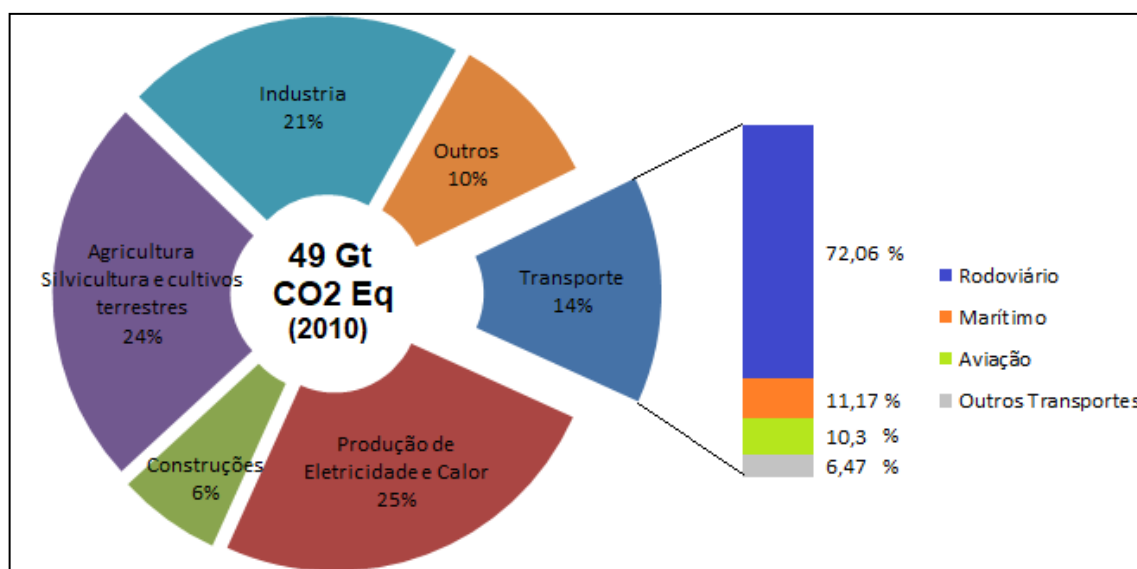
A preocupação com o efeito da poluição gasosa global se consagrou a partir do acordo de Paris de 2015. Desde então diversos órgãos reguladores passaram a estabelecer, de forma mais rígida, metas e regulações para combater o aquecimento global, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto do desenvolvimento sustentável (MMA,2018).

O “Painel intergovernamental de mudanças climáticas” (IPCC, 2014) em seu último relatório de avaliação global disponibilizado (AR5) mostra que em 2010 o percentual de emissões GEE do setor de transporte foi equivalente a 14% do total mundial de emissões antropogênicas diretas de gases de efeito estufa entre os setores econômicos, conforme ilustrado no gráfico da figura 01. Este percentual é equivalente a 6,86 Gt de CO₂ –eq.

Quando se trata apenas do transporte marítimo, somando o impacto da navegação internacional, costeira e local, representam 11,17% do total de emissões diretas do setor geral de transporte. Onde o setor de aviação está compatível ao marítimo, com cerca de 10,3% (combinando voos domésticos e internacionais) e a maior parcela destas emissões são provenientes do transporte rodoviário com 72,06%. Desta forma, o transporte marítimo é responsável por aproximadamente 1,56% das emissões antropogênicas diretas de GEE e de cerca de 2,5% das emissões de CO₂ global.



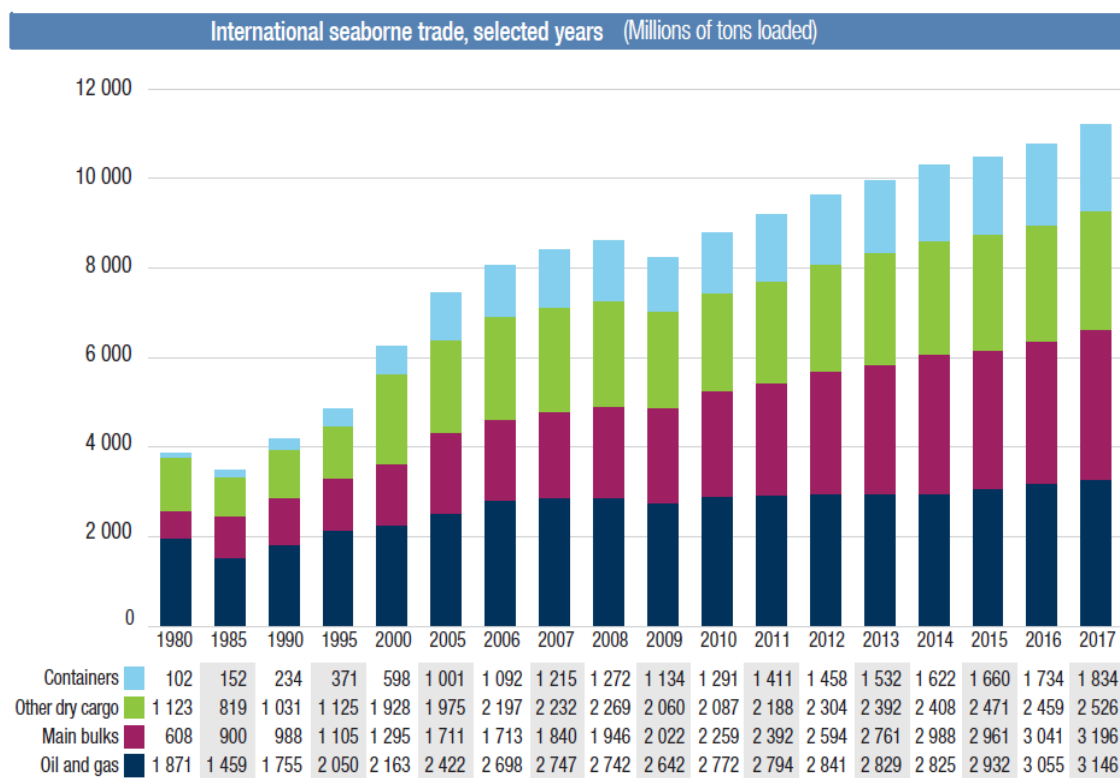
Figura 01 – Emissões de gases do efeito estufa pelos setores econômicos e subdivisão para o setor de transporte



Fonte: Autor, baseado em IPCC – Climate changes 2014 Synthesis Report AR5. “Direct GHG emissions in 2010 (IEA, 2012a;JRC / PBL, 2013; see Annex II.8).” Adaptação e combinação dos gráficos figura 1.7. e 8.1.

A IMO no relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento 2018 (IMO UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development 2018) aponta o crescimento do volume de transporte marítimo. Atualmente os Navios movimentam 80% do volume de mercadorias no comércio global, onde volumes totais atingiram 10,7 bilhões de toneladas em 2017 conforme apontado no gráfico da figura 2.

Figura 02 – Comercio Marítimo Internacional, anos selecionados (Milhões de toneladas de carga).

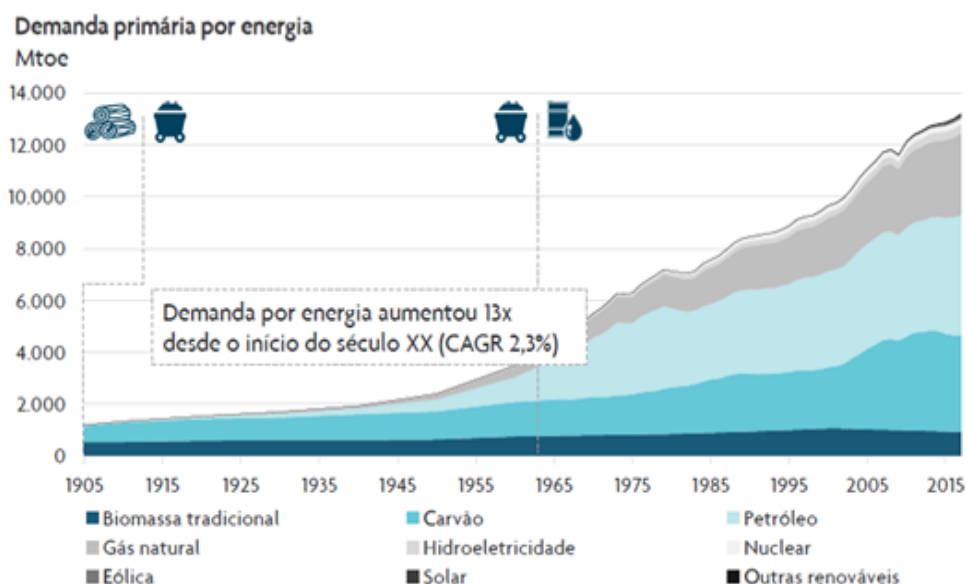


Fonte: IMO – UNCTAD, 2018 - Review of Maritime Transport, various issues. For 2006–2017, the breakdown by cargo type is based on Clarksons Research, 2018a.

Com base nas projeções da UNCTAD, o comércio marítimo mundial se expandirá em um crescimento anual composto de 3,8% durante o período de 2018 – 2023. Com o crescimento do comércio de transporte marítimo haverá necessariamente um aumento do consumo energético resultando num aumento de consumo de combustível e consequentemente das emissões de gases poluentes.

Este crescimento de consumo energético foi historicamente registrado na análise de Vaclav Smil, 2019 conforme indicado na figura 3.

Figura 03 – Demanda primária por Energia (Mtoe)



Fonte: Vaclav Smil – “Energy Transitions: Global and National Perspectives”, 2017; BP – “BP Statistical Review of World Energy.”, 2018; Resources for the Future – “The New Climate Math: Energy Addition, Subtraction and Transition”, 2019

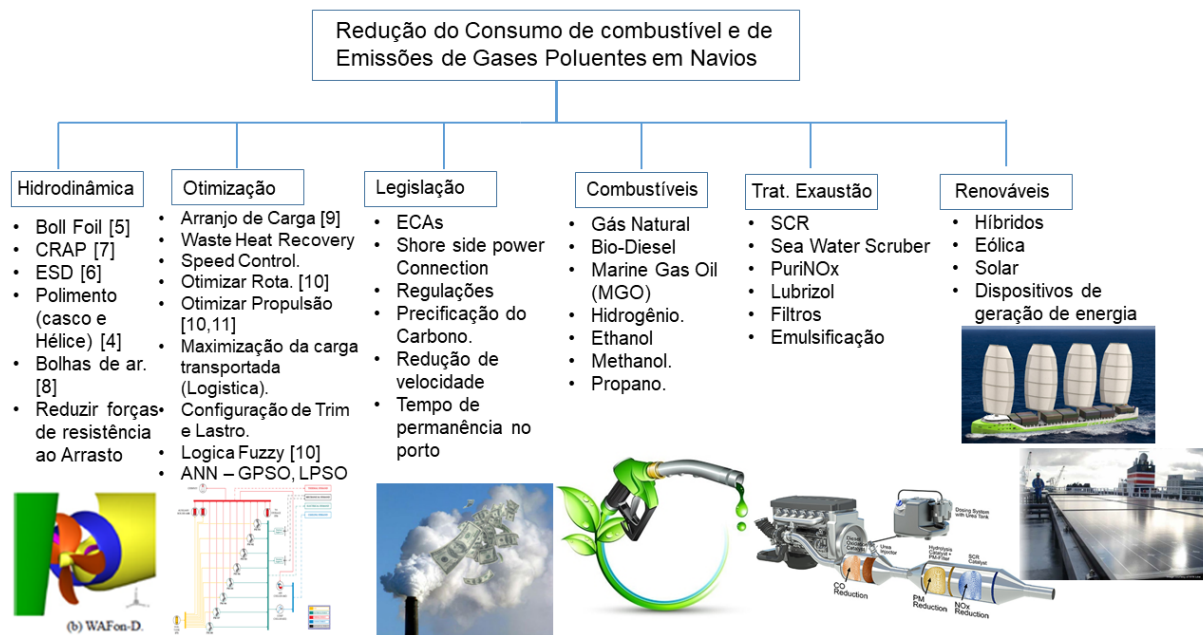
Para os gases do efeito estufa as metas da IMO através do 58º Comitê de Proteção ao Meio Marinho (MEPC 58th - IMO 2008b) visam reduzir 50% das emissões marítimas dos países-membros até, no máximo, 2050 (em relação ao ano de 2008). A estratégia também define diminuir a intensidade média de carbono do setor em pelo menos 40% até 2030 e 70% até 2050. E com relação aos poluentes locais, a partir de 1 de janeiro de 2020, o limite para o enxofre no óleo combustível utilizado a bordo dos navios que operam fora das áreas de emissões controladas será reduzido para 0,50% m / m (massa por massa).

No setor de transporte marítimo mais de 40% dos custos totais de transporte são atribuídos ao consumo de combustível. Desta forma, qualquer redução de consumo possível durante operação é muito bem vista pelos armadores. Portanto, para cumprimento das exigências e metas impostas pela IMO se faz necessário o desenvolvimento de métodos e técnicas de mitigação de gases poluentes e de aumento da eficiência energética aplicados a navios. Dentro das expectativas da IMO, até 2025 todos os novos navios serão 30% mais eficientes energeticamente do que os construídos em IMO, 2014, fortalecendo o conceito de GreenShip. O objetivo deste artigo é apresentar uma visão geral dos principais métodos e técnicas de mitigação que estão sendo utilizados e discutir as consequências da implementação de políticas de redução de emissões no setor marítimo.

2 OS MÉTODOS E TÉCNICAS DE MITIGAÇÃO DE GASES POLUENTES PARA NAVIOS

Com objetivo de obter uma visão geral dos principais métodos e técnicas que vem sendo desenvolvidos e aplicados em navios em todo o mundo com o propósito de mitigação de gases poluentes, neste trabalho foi dividido em 6 categorias de áreas de atuação baseadas nos principais métodos encontrados em publicações. Estas categorias são: Hidrodinâmica, Otimização, Regulações, Combustíveis, Tratamentos na Exaustão e Energias Renováveis. A Figura 04 mostra um arranjo geral das seis categorias citadas e alguns de seus respectivos métodos ou técnicas.

Figura 04 – Categorização dos métodos de Mitigação de Emissões de gases poluentes.



Fonte: Autor

2.1 Hidrodinâmica

Um dos métodos mais utilizados para melhorar a eficiência energética de um navio utilizando a hidrodinâmica é o polimento de casco e de hélice. Estudos realizados por MAN DIESEL & TURBO, 2016 mostram que os polimentos de casco e de hélice podem aumentar consideravelmente o rendimento energético na propulsão do navio reduzindo as forças de atrito no casco e aumentando a força propulsora no hélice.

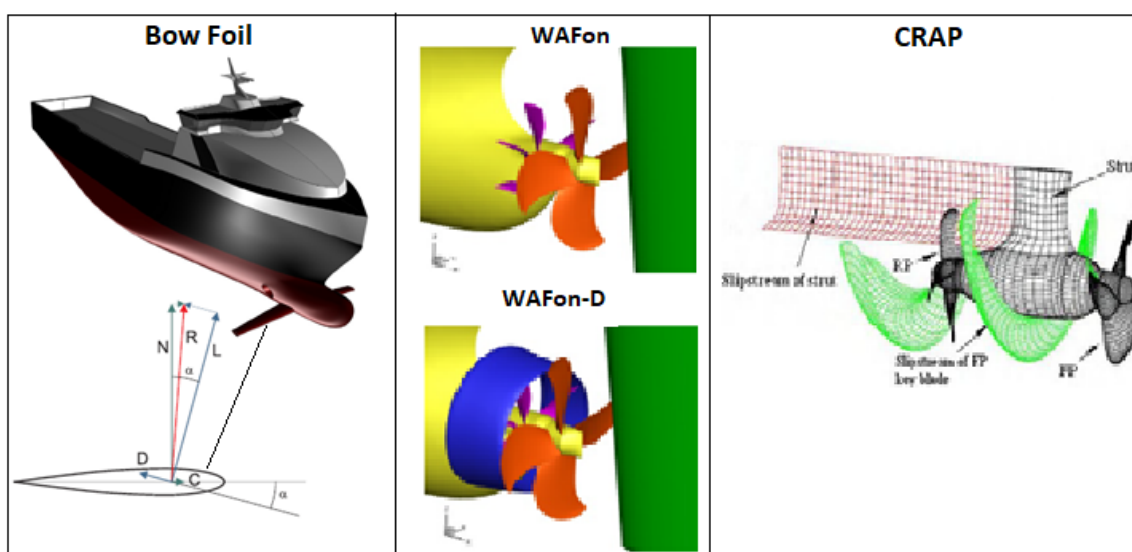
Eirik Bockmann (2018), realiza um estudo para redução de consumo de combustível baseado na aplicação de um hidrofólio de proa (Bow Foil) conforme figura 5a. Os estudos realizados mostram que para aplicação do bow foil o ideal é ter uma relação entre 1X e 2X do comprimento de onda com o comprimento do navio. O estudo foi realizado para duas rotas diferentes e para cada uma delas foi considerado um navio com o bow foil e outro idêntico sem o bow foil, e os resultados mostram uma média aproximada de 10% de redução de consumo de combustível.

Jung-Hun Kim (2017) realiza a modelagem em CFD de um Dispositivo de Economia de Energia (Energy Saving Devices - ESD) chamados de WAFon (Wake adapted flow control fin) acoplado ao propulsor e depois compara com resultados experimentais obtidos num tanque (figura 5b). Conclui que a Potencia entregue ao propulsor foi reduzida em 3% e 6,1% para os dois modelos empregados (com e sem duto), reduzindo assim o consumo de combustível e consequentemente as emissões de gases poluentes.

L.X. Hou e A.K. Hu (2018) apresentam um modelo de propulsor azimuthal de rotação contrária (CRAP – Contra Rotating Azimuth Propusion) conforme figura 5c e obtém uma diminuição na potência entregue ao propulsor em aproximadamente 8% em comparação propulsor de hélice comum (CP-Conventional propeller).

Ichiro Kumagai et.al (2015) desenvolvem um dispositivo de Economia de energia utilizando bolhas de ar e hidrofólio para reduzir o arrasto do navio e aplicam em navios obtendo uma redução de 16% no consumo de combustível.

Figura 05 – Métodos de aumento da eficiência energética utilizando Hidrodinâmica.



Fonte: Autor, Adaptado de [5],[6] e [7].

2.2 Otimização

Nesta categoria destacam-se os métodos computacionais que auxiliam na escolha de parâmetros operacionais ótimos durante a navegação. M.A. Anconaa et.al (2018) desenvolvem cinco estratégias diferentes para melhorar a eficiência energética de um navio cruzeiro de médio porte alterando a configuração do sistema em termos de distribuição de carga elétrica. Os resultados apresentam uma redução máxima da emissão de poluentes em cerca de 20%. Feiyang Zhaoa et.al (2015), utilizando Matlab e lógica Fuzzy, programam um modelo de gestão de propulsão e acoplam a um modelo de viagem de embarcações considerando diversas condições do tempo e de escolha rota, velocidade e tempo de viagem. O modelo é aplicado um navio porta contêiner típico S175 e os resultados experimentais e de simulação são comparados obtendo resultados bem equivalentes. R.D. Geertsmaa,b et.al 2017 pelo método de Mean Value First Principle (MVFP) faz uma modelagem do motor

diesel, propulsão, gearbox, linha de eixo, casco, e onda. É feita a validação dos modelos com os resultados do FAT – Factory Acceptance Tests e os resultados ficam em torno de 5% a 10% de erro em relação aos valores de FAT. O controle do passo do hélice (pitch) é utilizado para otimizar a propulsão. Observou-se que até 30% de consumo de combustível pode ser reduzido e a carga térmica do motor pode ser reduzida até 90K.

2.3 Regulações

As regras e objetivos traçados por órgãos regulamentadores certamente são as ferramentas mais eficientes no combate as emissões, tendo em vista que essas ações impulsionam a adoção dos demais métodos e técnicas de mitigação.

Estudo baseado em entrevistas com armadores (Zheng Wan, et al 2019), companhias de navegação e Oil Majors, os autores concluem que “os principais condutores de adoção de tecnologia no transporte marítimo são os regulamentos dos Oil Majors e da IMO. É raro uma adoção voluntária de tecnologia para a segurança sem regulação”.

O Impacto das áreas de controle de emissões de poluentes atmosféricos de grandes navios oceânicos que entram no porto de Xangai na China é avaliado por Zheng Wan, et.al 2019. O estudo avaliou como os principais navios oceânicos devem mudar seus combustíveis quando visitam áreas com controle de emissões devido a regulamentação na China. O estudo coleta emissões de 7 diferentes tipos de Navios oceânicos e relaciona os níveis de poluição com e sem a regulamentação.

Bing Qiao, et.al,(2017) desenvolveram um modelo de inventário de emissão de navios baseado no método de potência do motor, análise de tendência de redução de emissões e no efeito de investimento baseado no PIB e na previsão de tendências de volume de negócios de transporte e a concepção de cenários de status de navios. Estes inventários tem a finalidade de fornecer apoio à promoção abrangente das medidas de prevenção e controle de emissões.

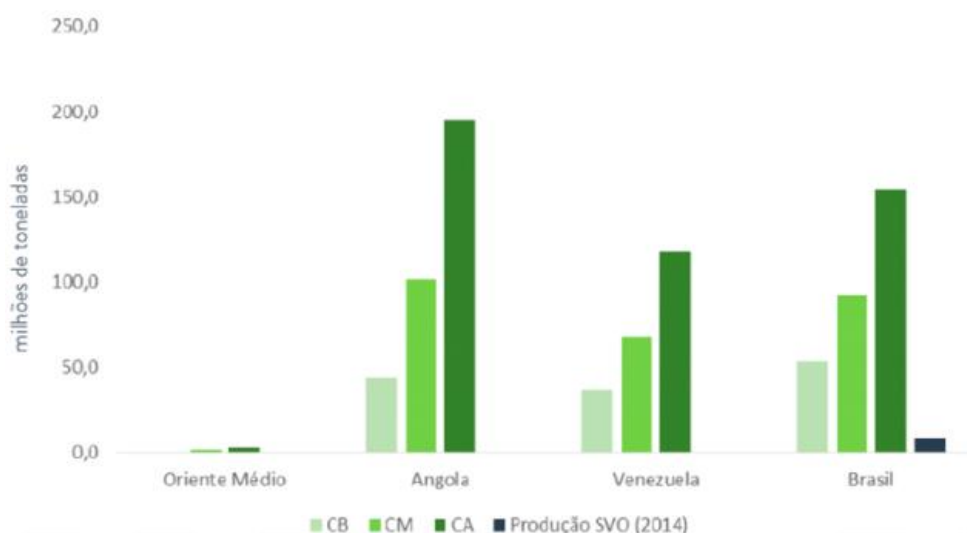
Praticas como a de conectar o navio a energia de terra e desligar todo o sistema de geração de energia interna enquanto ele permanecer atracado no porto (shore side power connection), estão sendo muito bem vistas e aplicadas na China.

2.4 Combustíveis

A utilização de combustíveis que gerem gases de exaustam menos poluentes tem sido alvo de intensivos estudos e desenvolvimento, buscando não só a

formulação do combustível, mas também da viabilidade de utilização em grande escala. O Biodiesel é apresentado como uma das grandes possibilidades de solução neste sentido. No entanto, um estudo recente realizado com apoio do ICS através da CENERGIA/COPPE (2018), foi avaliada a oferta em relação a demanda de Biodiesel tendo em vista as metas da IMO para 2050 sobre emissões de GEE. Através do gráfico da figura 6, é possível observar que, baseado nas expectativas atuais, a produção de Biodiesel não será suficiente para atender as demandas necessárias para o cumprimento das metas da IMO.

Figura 06 – Consumo de Combustível SVO (Biodiesel) para atender a meta IMO 2050 em relação às emissões de CO2 comparadas a produção de SVO brasileira em 2014.



Fonte: ICS, CENERGIA/COPPE 2018 [14].

A figura 6 é refere-se aos principais exportadores de petróleo para China, onde são apresentados três cenários diferentes: CB= Crescimento; CM= Crescimento Médio e CA= Crescimento Alto, e é apresentada a produção de Biodiesel do Brasil em 2014. Este gráfico mostra que o nível de produção de Biodiesel no Brasil ainda não é capaz de atender as expectativas nem mesmo de um cenário de crescimento baixo nas exportações de petróleo para China.

Outros combustíveis como Ethanol e Gás Natural também apresentam índices de poluição bem menores do que os principais combustíveis marítimos como o Bunker e o HOFO (Heavy Fuel Oil).

Ibrahim S. Seddiek e Mohamed M. Elgohary (2014) apresentam um estudo de caso de aplicações diferentes estratégias que podem ser utilizadas para redução de emissões de gases poluentes em navios (especialmente NOx e SOx). Aplica-se dois métodos sendo um deles a utilização de Gás natural. Os resultados apresentam valores de redução de emissões de 20% do CO2, e até 85% para SOx e NOx.

Os Biocombustíveis e o Gás Natural de fato são ferramentas de grande potencial no combate a poluição global e local.

2.5 Tratamentos na Exaustão

Sistemas de tratamento de gases de exaustão também são ótimas alternativas, principalmente no combate a poluição local de SO_x, NO_x e particulados. A Classificadora DNV em seu relatório de junho [16] aponta sobre a utilização do sistema de Scrubbers em 2947 navios e que este número passará para 3502 em 2020. O scrubber é um sistema de purificação/ filtragem dos gases de exaustão através de um processo utilizando a própria água do mar.

O Sistema de Redução Catalítica Seletiva (SRC) também tem sido bastante adotado pelos armadores de navios e fabricantes de motores Diesel no combate as emissões de SO_x e NO_x. O SCR é basicamente, um sistema de pós-tratamento de gases de escape, que melhora o desempenho do motor e reduz a emissão de gases poluentes. Seu princípio de funcionamento consiste na injeção de um fluido chamado ARLA 32 (Agente de Redução Líquido Automotivo). Este líquido em conjunto com um catalisador, reage com os NO_x e CO₂, formando amônia e água, que não são tóxicos para a natureza.

Ibrahim S. Seddiek e Mohamed M. Elgohary (2014) também aplicaram estes recursos em seu estudo de caso, onde os resultados apresentados para a combinação dos métodos de SCR e Scrubber são mais eficientes que a utilização de gás natural para as emissões de SO_x, NO_x e particulados. Para o SO_x a redução de emissões chegou a cerca de 98%, para NO_x foi de 87% e para os particulados foi de 82%.

2.6 Energias Renováveis

Nesta categoria estão os métodos de utilização de energia solar, eólica e todos os outros relacionados ao aproveitamento energético para geração de energia elétrica.

W. Lhommea e Joao P. Trovaob (2019) abordam um caso bem particular de navios utilizados para visitas ecológicas em locais onde é desejável zero de emissões. É utilizado um sistema híbrido diesel-elétrico com armazenamento de energia através de super-capacitores que viabiliza a utilização do navio com zero emissões para as operações de atracação e desatracação. Em seus resultados fica evidenciado a redução de 20% de consumo de combustível.

FahdDiab, et.al (2016) fazem uma comparação da aplicação de um sistema de energia renovável híbrido utilizando energia Solar Fotovoltaica com Gerador Diesel

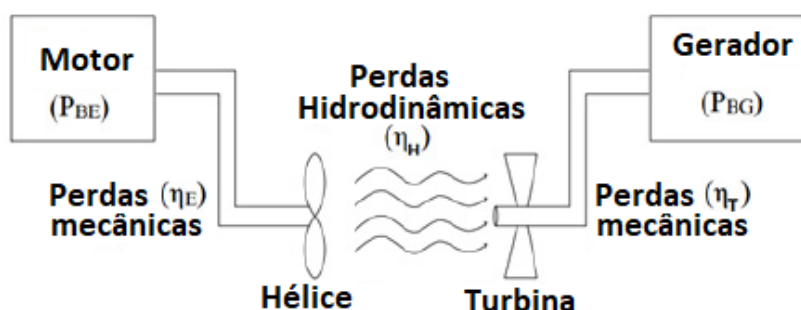
para os casos em Terra e num navio. O trabalho foi baseado nos dados operacionais de uma frota da China que contem todos os tipos de bulk carriers. Em suas consideração finais é apontado que a eficiência do sistema fotovoltaico é afetada pelo impacto das ondas e área para aplicação de painéis fotovoltaicos é mais reduzida no navio. Desta forma tornando a aplicação do sistema no navio muito menos viável do que em terra.

Quanto ao uso da energia solar em embarcações, diversos estudos vêm sendo realizados, onde no Brasil podemos destacar a competição Desafio Solar Brasil, de barcos movidos unicamente por energia solar. Se trata de um rali de barcos movidos à energia solar que visa estimular o desenvolvimento de tecnologias para fontes limpas de energias alternativas, bem como divulgar o potencial dessas tecnologias aplicadas em embarcações de serviço, recreio e transporte de passageiros. Este projeto inspira-se na Frisian Solar Challenge.

Sobre a energia Eólica em navios, está 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.

Nesta categoria também estão os dispositivos alternativos de geração de energia através do aproveitamento energético, como o modelo de dispositivo apresentado por Nafis Fuad et. Al 2017 [19] na MARTEC 2016. Se trata de um dispositivo para aproveitar a energia desperdiçada atrás de um hélice de propulsor naval conforme figura 07. Neste caso os estudos em escala reduzida foram realizados em tanque, mas o modelo ainda precisará ser melhorado para aplicação em navios.

Figura 07 – Esquemático do modelo de dispositivo de aproveitamento de energia da propulsão.



Fonte: Adaptado de : Nafis Fuad et. Al 2017 [19]

3 MOTIVAÇÕES E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Através dos exemplos citados ao longo deste artigo sobre os diversos métodos de mitigação de GEE e suas categorias, ficam evidentes os ganhos referentes a redução de consumo de combustíveis e de emissões de gases poluentes, assim como as contribuições para o meio ambiente. No entanto, é possível ressaltar outras vantagens que são adquiridas com implementação destes métodos. Para a sociedade, pode ser citado o exemplo do desenvolvimento tecnológico e geração de empregos que estão por trás da produção do Biodiesel e de outras tecnologias. Para armadores e empresas de transporte marítimo a redução direta dos gastos com a compra de combustível é uma das maiores motivações, atrelada a motivação obrigatória de cumprimento a regras impostas por órgãos regulamentadores. O cumprimento destas metas de desenvolvimento sustentável por parte das empresas e armadores aumenta a credibilidade junto ao mercado.

Já para os órgãos regulamentadores e para a nação como um todo, as maiores motivações de implementação dos métodos de mitigação de GEE estão relacionadas aos menores danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Quanto aos Desafios de implementação destas técnicas de mitigação em primeiro lugar está o custo envolvido direta ou indiretamente. Por exemplo, o caso da categoria de hidrodinâmica, os métodos envolvem geralmente a modificação estrutural da embarcação instalando novos componentes, necessitando de um estudo estrutural detalhado, mão de obra especializada e possivelmente a interrupção da operação da embarcação por mais de um dia para instalação dos dispositivos como nos casos do CRAP, Bow Foil e WAFon.

No caso de uso de combustíveis menos danosos ao meio ambiente, como no caso do Gás Natural, é necessário realizar um alto investimento de adaptação do motor para processar estes combustíveis. Já para as energias Renováveis ainda existem desafios técnicos que precisam ser solucionados para viabilização de implementação técnica a um nível que seja satisfatório em termos econômicos, energéticos e financeiros. Exemplo disto é o caso de que a geração energia elétrica a partir da energia solar fotovoltaica é bem menos eficiente e mais custosa do que comparado com a instalação do mesmo sistema em terra, conforme exposto por FahdDiab, et.al (2016).

No entanto um dos maiores desafios de implementação destes métodos está relacionado com a redução dos impactos negativos no comércio marítimo.

3.1 Impactos nas exportações: Caso do Brasil

No estudo de avaliação de impacto: Mitigação de GEE para cumprimento das metas da IMO para 2050, realizado pelo CENERGIA 2018, são ressaltados os quatro principais produtos de exportação do Brasil, sendo que para três destes (minério de ferro, soja e petróleo) o maior importador do Brasil é a China. Porém avaliando a situação do Brasil frente aos principais concorrentes a exportação destes três produtos para a China, o Brasil, por ser mais distante da China, possui um maior nível de atividade acumulada. Este nível é medido através da unidade TKM, que significa Tonelada transportada multiplicado pela distância percorrida. Portanto quanto maior o TKM, maior será o nível de emissões para um navio com uma mesma taxa de emissão.

Neste contexto a precificação do carbono, ou seja, a taxação pelas emissões de CO₂, gera uma desvantagem para o Brasil por possuir cargas de menor valor unitário transportadas a longas distâncias comparado a alguns de seus principais concorrentes como por exemplo; Oriente Médio, EUA e Angola.

4 POTENCIAIS SOLUÇÕES

Os desafios apresentados para aplicação dos métodos de mitigação de GEE, envolvem, em sua maioria, o custo. Este custo pode estar relacionado a gastos ou a redução de lucros. Com relação aos gastos, estes podem ocorrer de diversas maneiras diferentes como na aquisição de tecnologias, projeto de instalação de tecnologia, implementação em si, manutenção da tecnologia implementada e treinamentos para operação do método implementado. Já com relação a redução dos lucros podemos citar a questão do nível de atividade acumulada e a precificação do carbono.

Como potencial solução para estes casos em um médio prazo, seria estabelecer padrões mínimos de eficiência para navios novos e existentes. Estes padrões poderiam ser alcançados combinando diferentes métodos das categorias de hidrodinâmica, otimização, energia renovável e de combustíveis. Onde cada navio teria como exigência a melhoria, em termos percentuais, de sua eficiência em relação a uma linha de base. Ao não cumprimento do padrão seria aplicada um tributo por tonelada de combustível consumido, associado ao seu teor de CO₂eq.

Uma outra potencial solução seria a compensação de emissões chamadas de *offsets*. Estas, ocorrem quando um setor realiza ações para reduzir emissões em outros setores de forma a contabilizar, para fins de alcançar uma meta, como redução de suas próprias emissões. No caso do transporte marítimo internacional, seria possível buscar alternativas para redução de emissões em outros setores com medidas de mitigação mais custo efetivas como reflorestamento e combate ao desmatamento, reduzindo, assim, o custo do esforço do setor.

Dentro das soluções propostas não pode se esquecer dos incentivos fiscais, governamentais e institucionais. Neste contexto é válido ressaltar os Princípios de Poseidon, recentemente publicados pelo Rocky Mountain Institute, James Mitchell (2019). Este nome vem da ideia de que os marinheiros rezavam a Poseidon, o deus do mar, por uma viagem segura. À medida que os impactos físicos das mudanças climáticas se tornam cada vez mais tangíveis, eles geram apelos cada vez mais urgentes para que as políticas direcionem as emissões globais para zero. Os Princípios de Poseidon são um novo tipo de acordo sobre mudança climática que representam o primeiro exemplo de agentes financeiros unindo forças para impulsionar as reduções de emissões de GEE em linha com uma meta climática da IMO. Parte do princípio que se um único banco tentar se alinhar a um acordo climático, poderá ter que reequilibrar seu portfólio para longe de indústrias intensivas em carbono. Ao passo que se optar por manter seu papel nas indústrias intensivas em carbono, corre um risco significativo de perder clientes e projetos para os concorrentes. A primeira inovação fundamental dos Princípios de Poseidon é superar esse desafio alcançando uma ação coletiva em escala global.

5 CONCLUSÃO

Para que as exigências e metas da Organização Marítima Internacional sobre a redução de emissões de gases poluentes sejam alcançadas, se faz necessário o uso de métodos e técnicas de mitigação. Estes métodos podem ser os mais diversificados possíveis e por isso foram categorizados em 6 classes distintas, sendo elas: Hidrodinâmica, Otimização, Combustíveis, Energias Renováveis, tratamentos de exaustão e Regulações. Foram exemplificados casos de cada uma destas categorias e discutido as motivações e desafios de implementação destas técnicas para cumprimento das exigências da IMO. Também foram apresentadas possíveis soluções para os desafios apresentados.

REFERÊNCIAS

ANP, 2016b. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. - Rio de Janeiro. 2016.

Bing Qiao*, Weijian He, Yujun Tian, Yichao Liu, Ouchen Cai, Yue Li. **Ship emission reduction effect evaluation of air pollution control**. Transportation Research Procedia. China. 2017.

CENERGIA: **Avaliação de Impacto: Mitigação de Emissões de gases de efeito estufa para Cumprimento da Meta da Organização Marítima Internacional**.

Contribuições para a Sustentabilidade e Competitividade do Comércio Exterior Brasileiro. Projeto de pesquisa realizado pela COPPE/UFRJ –Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dezembro 2018.

DNVGL – **Number of ships using LNG, scrubbers to increase from 2020.** Safety4sea – 2019.

Eirik Bøckmann*, Audun Yrke, Sverre Steen, **Fuel savings for a general cargo ship employing retractable bow foils.** Applied Ocean Research. Noruega. 2018.

FahdDiab a,b,n, HaiLan b, SalwaAli. **Novel comparison study between the hybrid renewable energy systems on land and on ship.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. China/ Egito. 2016.

Feiyang Zhaoa*, Wenming Yanga,b, Wenbin Yub. **An Overall Ship Propulsion Model for Fuel Efficiency Study.** Energy Procedia. Singapura. 2015.

Ibrahim S. Seddiek, Mohamed M. Elgohary. **Eco-friendly selection of ship emissions reduction strategies with emphasis on SOx and NOx emissions.** IJNAOE – Egito /Arábia Saudita. 2014.

Ichiro Kumagai, YoshiakiTakahashi, YuichiMurai. **Power saving device for air bubble generation using a hydrofoil to reduce ship drag: Theory, experiments, and application to ships.** Ocean Engineering. Japão. 2015.

IMO - UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development: **Report 2018.**

IPCC: **Climate Change 2014: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 pp.

Jame Mitchell. **The Poseidon Principles: A Groundbreaking New Formula for Navigating Decarbonization.** Rocky Mountain Institute. 2019.

Jung-Hun Kim¹, Jung-Eun Choi², Bong-Jun Choi¹, Seok-Ho Chung¹ and Heung-Won Seo¹. **Development of energy-saving devices for a full slow-speed ship through improving propulsion performance.** IJNAOE. Korea. 2015.

L.X. Hou, A.K. Hu. **Energy saving performance analysis of contra-rotating azimuth propulsion.** Applied Ocean Research. China. 2018.

M.A. Anconaa, F. Baldib, M. Bianchic, L. Branchinia, F. Melinoc, A. Perettoc, J. Rosatic. **Efficiency improvement on a cruise ship: Load allocation optimization.** Energy Conversion and Management. Itália e Suécia. 2018.

MAN DIESEL & TURBO, 2016: **Basic Principles of Ship Propulsion.** 2450 Copenhagen SV, Denmark. 2016.

Mashud Karimb. **Development of a Novel Device for Harnessing Wasted Energy Behind a Marine Propeller.** Procedia Engineering. University of Engineering and Technology, Dhaka-1000, Bangladesh. 2017.

MMA. - Ministério do Meio Ambiente. **Clima.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima.html>. Acesso em dezembro, 2018.

Nafis Fuada, Mohammad Kifayath Chowdhurya, Mohammad Salman Yasina, Md. 2017.

R.D. Geertsmaa,b,*, R.R. Negenborna, K. Vissera,b, M.A. Loonstijna, J.J. Hopmana. **Pitch control for ships with diesel mechanical and hybrid propulsion: Modelling, validation and performance quantification.** Applied Energy. Holanda 2017.

Suresh Bhardwaja, Syamantak Bhattacharyab, Lijun Tangc,*, Kerry E. Howelld. **Technology introduction on ships: The tension between safety and economic rationality.** Safety Science. Índia/UK 2019.

Vaclav Smil – “**Energy Transtions: Global and National Perspetives**”, 2017; BP – “BP Statistical Review of World Energy.”, 2018; Resources for the Future – “The New Climate Math: Energy Addition, Subtraction and Transition”, 2019.

W. Lhommea, Joao P. Trovaob. **Zero-emission casting-off and docking maneuvers for series hybrid excursion ships.** Energy Conversion and Management. França, Canada, Portugal. 2019.

Zheng Wan, Qiang Zhang*, Zhipeng Xu, Jihong Chen, Qin Wang. **Impact of emission control areas on atmospheric pollutant emissions from major ocean-going ships entering the Shanghai Port, China.** Marine Pollution Bulletin. China - 2019.