

DESCONTAMINAÇÃO DE AMBIENTES MARINHOS: ESTRUTURA DE FILTRAGEM PARA NAVIOS

DECONTAMINATION OF MARINE ENVIRONMENTS FILTERING STRUCTURE FOR SHIPS

Felipe Muniz, Heitor Klettenberg, Lucas Henrique Fragoso Dressler, Victor Tedeschi.

MUNIZ, Felipe et al. Descontaminação de Ambientes Marinhos. Revista Tecnológica da FATEC-PR, Edição Especial, p. 30-37, jan/dez, 2020.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo principal, o estudo da adaptação um projeto de filtragem que pode ser acoplado ao calado de navios e rebocadores, para reduzir os níveis de microplásticos dos oceanos. A necessidade de se desenvolver um sistema de filtragem de microplásticos do oceano é baseado no impacto no ambiente marinho que afeta a cadeia trófica, onde o plástico é ingerido por peixes e crustáceos sendo consumido pelo ser humano. O microplástico interfere na saúde da fauna marinha bem como na saúde humana. A ideia se baseia em um filtro com espumas de aço em uma estrutura acoplada nos cascos de navios cargueiros e rebocadores, adaptando um projeto para a retirada de microplásticos do mar com o menor impacto na vida marinha, foi desenvolvido um filtro baseado no modelo de submarino não tripulado Bio Trash Whale.

Palavras - chaves: Poluição. Microplásticos. Filtro Náutico.

ABSTRACT

This work has as main objective, the study of adaptation a filtering project that can be coupled to the draft of ships and tugs, to reduce the levels of microplastics in the oceans. The need to develop a filtering system for microplastics in the ocean is based on the impact on the marine environment that affects the trophic chain, where plastic is ingested by fish and crustaceans and consumed by humans. Microplastics interfere with the health of marine fauna as well as human health. The idea is based on a filter with steel foams in a structure attached to the hulls of cargo ships and tugs, adapting a project to remove microplastics from the sea with the least impact on marine life, a filter was developed based on the submarine model unmanned Bio Trash Whale.

Keywords: Pollution. Microplastics. Nautical Filter.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os tipos de itens de lixo marinho plástico mais sujeitos a interações com a fauna por ingestão estão aqueles de tamanho reduzido, os microplásticos. Esses itens de <5mm são onipresentes em habitats aquáticos, tendo sido reportados para literalmente todos os compartimentos ambientais conhecidos. Os microplásticos estão presentes nos ambientes costeiros e marinhos misturados ao plâncton e aos sedimentos (Ivar do Sul and Costa, 2014;

Lima et al., 2014, p. 5).

Sua origem pode ser o decaimento de itens maiores ou, em casos especiais como o das esférulas plásticas de diversos tamanhos, já são produzidos para várias finalidades (ex. plásticos primários, abrasivos, cosméticos), e chegam ao mar em pequenos tamanhos, mas em grandes quantidades. Os microplásticos podem ser ingeridos e causarem danos físicos, químicos e biológicos em todos os grupos animais (Ivar do Sul and Costa, 2014, p. 5).

Este dano ambiental tem causado a diminuição das populações de animais e espécies marinhas, podendo assim afetar toda a cadeia trófica e ocasionar extinções.

Para amenizar as consequências da poluição, soluções inovadoras e criativas vêm sendo criadas como o *Bio Trash Whale*, um complexo submarino não tripulado capaz de filtrar o microplástico do mar. O equipamento utiliza peneiras e espumas de aço para realizar a filtragem, e com base nessa configuração um projeto mais simples, mais barato e de aplicação mais fácil pode ser criado.

É possível aproveitar navios e rebocadores para ajudar a reduzir os níveis de poluição nos oceanos e regiões portuárias utilizando tal projeto. Dotado de uma estrutura simples, tem fácil acesso para manutenção e pode ser instalado em qualquer embarcação.

1.1 OBJETIVOS

Estudar e adaptar um projeto de filtragem que pode ser acoplado ao calado de navios e rebocadores, para reduzir os níveis de microplásticos dos oceanos. Para tanto, será necessário abordar: a) Conceitos quanto à poluição do microplástico no ambiente marinho e suas consequências; b) Estudo do projeto do submarino não tripulado *Bio Trash Whale*; c) Seleção dos materiais e métodos para desenvolvimento do projeto; d) Identificação dos prováveis impactos e resultados do projeto na vida marinha.

2 JUSTIFICATIVA

Desde há quase meio século, cientistas e outros atores sociais, relatam problemas causados pela presença e acúmulo de lixo em todos os ambientes marinhos, inclusive interações com animais (IVAR DO SUL et al., 2012).

A necessidade de se desenvolver um sistema de filtragem de microplásticos do oceano é baseado no impacto no ambiente marinho que afeta a cadeia trófica, onde o plástico é ingerido por peixes e crustáceos sendo consumido pelo ser humano. O microplástico interfere na saúde da fauna marinha bem como na saúde humana.

Atualmente, considera-se que os microplásticos no mar são uma “bomba-relógio”, cujas consequências ainda não sabemos estimar com precisão. Não existe remediação técnica e economicamente viável para a retirada (despoluição) do volume de escalas oceânicas de

microplásticos. E o problema tende a se agravar com o tempo. Mesmo que as fontes atualmente conhecidas cessem imediatamente, já existe um passivo ambiental de escala incalculável a ser resolvido (DA COSTA et al., 2015).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho constitui-se pela pesquisa qualitativa e de acordo com os objetivos, caracteriza-se por meio de pesquisa descritiva fundamentada em revisões bibliográficas com análise de fontes primárias e análise documental. O instrumento de pesquisa proporcionou um embasamento teórico. A pesquisa exploratória utilizada neste trabalho contribui com dados para construção de um protótipo do dispositivo de filtração. Os conhecimentos práticos adquiridos em campos da Mecânica favorecem as metodologias a serem aplicadas no desenvolvimento deste estudo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 PROJETO BIO TRASH WHALE.

Com o objetivo de adaptar um projeto para a retirada de microplásticos do mar com o menor impacto na vida marinha, foi desenvolvido um filtro baseado no modelo de submarino não tripulado Bio Trash Whale. O projeto foi iniciado no ano de 2019 para a competição NASA Space Apps Challenge, com o objetivo de retirada de microplásticos da água com um protótipo em formato de um submarino pilotado a distância. Os microplásticos são retirados da água através de peneiras e espumas de aço.

O BIO-ThrashWhale é um submarino não tripulado que coleta pequenos fragmentos de micro e nano plástico em nosso ecossistema marinho. Levando em consideração a não necessidade de tripulação, ele é programado para seguir uma rotina retornando sua posição via satélite (GPS), estabilizando com o uso de um giroscópio e posteriormente ser atribuído a determinadas áreas. No interior do submarino há três peneiras e duas esponjas feitas com aço AISI 316, filtrando substancialmente todas as macropartículas que poderiam entrar no submarino por meio de sua cavidade frontal. A primeira peneira tem a funcionalidade de evitar que objetos grandes e animais entrem no sistema de filtragem. O Objetivo das duas peneiras e as duas esponjas seguintes é filtrar partículas ainda menores, com seus tamanhos se reduzindo respectivamente (BERTOLIN et all. 2019).

A ideia baseia-se em um filtro com espumas de aço em uma estrutura acoplada nos cascos de navios cargueiros e rebocadores conforme mostra a Figura 1.

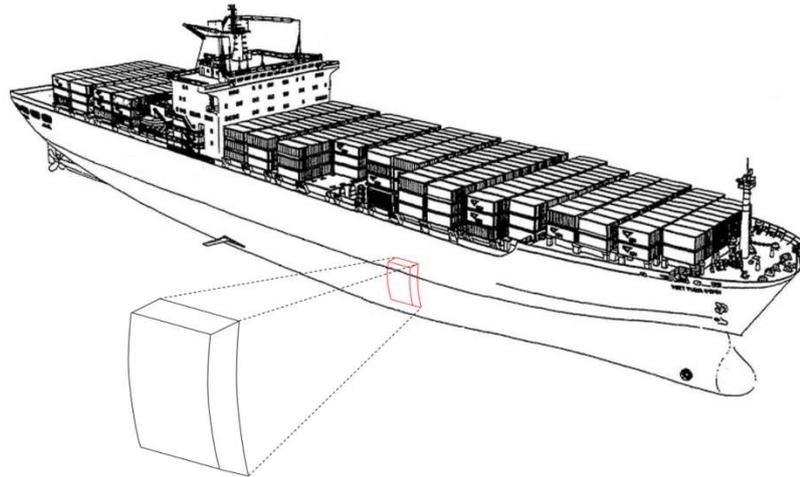


Figura 1: Estrutura fixada no calado de um navio.
Fonte: Susan Maersk, 2020.

Houve também outra possibilidade de minimizar os poluentes, embasada em uma estrutura que pudesse criar energia estática para a retirada dos microplásticos da água sem impactar no ambiente marinho, porém por motivos de falta de tecnologia no mercado o projeto seguiu em sua primeira alternativa. (SHARMA, 2017)

A primeira etapa foi encontrar o material para as condições solicitadas de variação de temperatura e corrosão devido ao ambiente e ao local onde será acoplada a estrutura, pois por motivos de encontrar muitos tipos de plásticos em diferentes profundidades, a melhor opção foi instalar em uma altura equivalente ao nível da superfície com um material de alta resistência mecânica, resistência em variação de temperatura e resistência a corrosão, assim temos a certeza da retirada de PP, PEAD e PEBD. A ideia da estrutura é ser resistente e filtrar a água de maneira que não necessite de um operador para o equipamento. Isto só é possível com o desenvolvimento de uma estrutura de aço AISI 316 e com espumas e peneiras de mesmo material, localizado nas laterais do navio.

Esse aço destaca-se pela sua alta resistência a corrosão e por possuir alta dureza e resistência mecânica devido às ligas de Silício, Manganês, Cromo, Molibdênio, Níquel, Fósforo e Enxofre. Internamente a estrutura possui cinco sessões sendo as três primeiras composta por peneiras e as duas últimas por espumas, ambas de aço. Cada sessão é composta por uma gaveta para o fácil acesso e retirada para troca. Logo a tecnologia e desenvolvimento estão em seu formato dinâmico, onde a água entra e passa pelas seções de filtragem no qual, cada seção em que a água passa maior é a capacidade de filtragem, sendo assim a saída do conjunto deve ter uma porcentagem muito menor de microplásticos em relação a inicial.

Ao final da rota dos navios, os filtros devem ser substituídos para a próxima rota para que faça todo o processo novamente. A estrutura do projeto é feita com chapas de aço e em seu

interior está apenas as esponjas e barras para encaixe e remoção da estrutura inteira, para ser utilizada como refil. Internamente possui sessões com diferentes porosidades, assim o refil é individual para cada etapa de filtração, toda a sua estrutura é soldada ao casco do navio. O material que for retirado dos filtros será encaminhado para a reciclagem de maneira que o novo produto não retorne para o mar.

4.2 CONSEQUÊNCIAS DA DISTRIBUIÇÃO DO MICROPLÁSTICO NO ECOSISTEMA MARINHO

Por conta do seu diâmetro o microplástico se torna biodisponível para diversos organismos, tais como corais, zooplânctons, lagostas, vermes, ouriços do mar, peixes etc. (BROWNEET al. 2008 apud SHARMA & CHATTERJEE, 2017, p. 21537). Pois isto se torna bioacumulativo na cadeia trófica e conseqüentemente alcançando níveis maiores na mesma (GREGORY 1996 apud SHARMA & CHATTERJEE, 2017, p. 21537). Os diversos tamanhos do plástico podem causar doenças graves se forem ingeridos pela fauna marinha (FENDALL e SEWELL 2009 apud SHARMA & CHATTERJEE, 2017, p. 21537).

Foram detectados no mundo todo acúmulo de micro plástico em animais como aves, tartarugas, crustáceos e peixes. (DERRAIK 2002; Cole et al. 2011, p. 843). Como resultado temos a obstrução do trato digestório, inibição da secreção de enzimas gástricas, desequilíbrio dos níveis de hormônios esteroides, atraso na ovulação e infertilidade, o que leva a redução dos organismos no ambiente, diminuição da taxa de reprodução e restrição alimentar causada pelos altos níveis de microplástico no oceano.

Outro aspecto importante é a ação desses microplásticos nos fito plânctons, que exercem função essencial no ecossistema, pois estes são parte de inúmeras dietas de organismo de alto nível trófico. Os microplásticos penetram nas paredes celulares e membranas dos plânctons e reduzem concentrações de clorofila nas algas verdes, sendo assim uma cascata de efeitos que podem atingir até mesmo a vida dos seres humanos.

5 CÁLCULO DE MECÂNICA DOS FLUÍDOS: ARRASTO DE ATRITO SUPERFICIAL EM UM SUPERPETROLEIRO

Para construção de um modelo adaptado do projeto de filtração anteriormente descrito, será necessário utilizar-se de conceitos e aplicações matemáticas, além da escolha do material a ser empregado no casco do protótipo do navio. Segundo a empresa Favorit – Aços Especiais, em uma publicação do ano 2020 cita o AISI 316, formado por cromo, níquel e molibdênio. É um aço austenítico, não-temperável, não-magnético com boa resistência à corrosão, indicado na fabricação de equipamentos navais e peças como válvulas, tubos, recipientes, equipamentos hospitalares, indústria química, petrolífera, têxtil, de laticínios, frigorífica, e de tintas. Também é indicado para uso em ambientes onde exista o ataque de substâncias corrosivas como ácidos

sulfúricos, ácidos sulfurosos, banhos clorados, soluções alcalinas, soluções salinas, etc. Com as mesmas aplicações do AISI 316, o AISI 316 L possui menor precipitação de carbonetos durante a soldagem e menor corrosão intergranular, devido ao baixo teor de carbono. Um superpetroleiro, com 360 m de comprimento, tem um través de 70 m e um calado de 25 m. Estime a força e a potência requeridas para vencer o arrasto devido ao atrito superficial, para uma velocidade de cruzeiro de 6,69m/s em água do mar a 10°C (Fox et all, 2010, p.548).

Solução: Modela-se o casco do navio como uma placa plana, de comprimento L e largura $b = B + 2D$, de acordo com a Figura 2, em contato com a água. Estime o arrasto devido ao atrito superficial a partir do coeficiente de arrasto. (Fox et all, 2010, p.548).

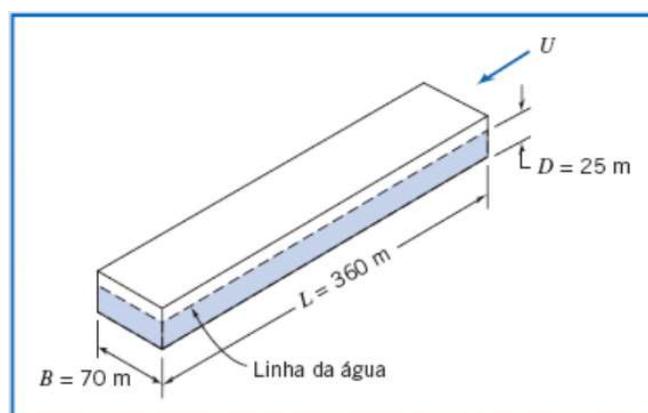


Figura 2: Modelagem do casco do navio.
Fonte: FOX, 2010.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para entender o comportamento que o filtro pode causar no desempenho de deslocamento de grandes cargueiros, podemos utilizar noções da mecânica dos fluídos, onde assumiremos trabalhar em regime laminar para efetuar os cálculos. Serão utilizados nos cálculos as dimensões do Susan Maersk, que segundo o site Vessel Tracking, é um navio cargueiro registrado sob a bandeira da Dinamarca, construído em 1997 com capacidade de container de 9578 TEU.

Seguindo os dados da área do Susan Maersk que é $A_1 = 24290\text{m}^2$, viscosidade para a água do mar a 10°C sendo $\nu = 1,37 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$, e equações básicas (FOX, 2010) e, sabendo as dimensões do filtro: 2m x 6m x 10m. Desconsiderando-se a medida ao longo do calado temos a área adicional para os cálculos sendo $A_2 = 12\text{m}^2$ para cada filtro, logo obtem-se os seguintes valores de potência de arraste: $\mathcal{P}_1 = 5,022\text{MW}$ e $\mathcal{P}_2 = 5,026\text{MW}$.

Pode-se verificar que é necessário 1% de potência a mais para vencer o arrasto gerado pela adição do filtro no calado do navio.

7 CONCLUSÃO

A adaptação do projeto da equipe Trash Whale se dá ao fato de possuir um operador para o equipamento, o custo de manutenção e fabricação.

Portanto o projeto de uma estrutura soldada em navios terá mais facilidade para a limpeza do ecossistema Marinho além do baixo custo de manutenção assim os objetivos do projeto foram alcançados em tornar a filtragem como atividade secundária com o menor custo e não tendo Impacto significativo na eficiência do navio.

Como trabalhos futuros, sugere-se fazer o uso de CFD como o SimFlow, mas este modelo demanda conhecimento e recursos técnicos e, portanto, uma nova revisão bibliográfica se faz necessário. Dessa maneira, podemos somente trabalhar com aproximações, noções de como o navio vai se comportar com o filtro instalado no seu calado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aço AISI 316 / AISI 316 L | Favorit. 2020. Disponível em:

<<http://www.favorit.com.br/produtos/acos-inoxidaveis/aco-aisi-316-aisi-316-l>> Acesso em: 4 abr. 2020.

BERTOLIN *et al.* **Trashwhale.** 2019. Disponível em:

<<https://2019.spaceappschallenge.org/challenges/earths-oceans/trash-cleanup/teams/trashwhale/project>> Acesso em: 4 abr. 2020.

DERRAIK, J. G. B. (2002) **The pollution of the marine environment by plasticdebris:** a review. Mar Pollut Bull 44:842–852

FOX, Robert et al. **Introdução à mecânica dos fluídos.** 8. edição. Minas Gerais: Gen-LTC, 2010.

SHARMA, Shivika; CHATTERJEE, Subhankar. **Microplastic pollution,** a threat to marine ecosystem and human health: a short review. Environmental Science and Pollution Research, v. 24, n. 27, p. 21530-21547, 2017.

SUSAN MAERSK (IMO 9120853, COINTAINER SHIP). 2020. Disponível em:

<[http://www.vesseltracking.net/ship/susan-maersk-9120853#:~:text=SUSAN%20MAERSK%20\(IMO%3A%209120853\),container%20capacity%20is%209578%20TEU.](http://www.vesseltracking.net/ship/susan-maersk-9120853#:~:text=SUSAN%20MAERSK%20(IMO%3A%209120853),container%20capacity%20is%209578%20TEU.)> Acesso em: 13 jun. 2020.