

TECNOLOGIA DE CONTENÇÃO E COLETA DE RESÍDUOS NO AMBIENTE MARINHO

O oceano é o jardim, o quintal e a sala de todos. Não interessa a perspectiva, o planeta é governado pela parte azul.

O mundo é majoritariamente azul.

Sylvia Earle, oceanógrafa

IZABELLA TRE DA SILVA*

Oficial de Náutica

SUMÁRIO

Introdução
Organizações envolvidas na mitigação do problema
Causas e origem do lixo marinho
Efeitos do plástico despejado nos mares
Tecnologias de contenção e coleta de resíduos e suas principais características
Sistemas de contenção e coleta que não utilizam bolsões flutuantes
Outras tecnologias e técnicas que auxiliam a limpeza marinha
Conclusão

INTRODUÇÃO

Os oceanos e seus cinco giros são influenciados a todo o momento pelo ser humano e suas práticas ambientais. O ser humano usufrui do meio em que vive, mas não pensa nos efeitos que causa a este meio. Estudando o mar, observa-se sua imensurável grandeza e sua constante

superação, haja vista todos os impactos diariamente a ele causado.

A maior parte dos resíduos vem de terra, e aproximadamente 20 por cento destes são despejados por navios – fato mencionado pela National Ocean Service na reportagem “What is the biggest source of pollution in the ocean?”. Com base nisso, mostramos o caminho através

* Bacharel em Ciências Náuticas pela Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (Centro de Instrução Almirante Graça Aranha). Pós-graduanda em Shipping e Modernização, Infraestrutura e Gestão Portuária.

do qual o lixo pode chegar ao mar vindo de terra, exemplificando com um caso de despejo ilegal por navio. Neste trabalho, são citados os principais resíduos que agridem em grandes proporções o mar, contaminando-o por longos períodos de tempo. A maior parte desse lixo despejado costuma requerer algumas medidas mais elaboradas e criativas do ser humano a fim de minimizar o dano inevitável ao meio ambiente marinho. A apresentação do problema é focada no despejo de resíduos por navios, cuja legislação aplicada se encontra na Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (Marpol), principal referência citada ao longo dos capítulos. Também são usados alguns sites de referência, como os do Greenpeace, do WWF (World Wildlife Fund), da National Geographic e do United Nations Environment.

Conforme mencionado pelos narradores do documentário *A Plastic Ocean*, exibido pela Netflix com apoio das Organizações das Nações Unidas (ONU), estima-se que no mundo todo haja 1 trilhão de sacolas por ano (quase 2 milhões por minuto) e cada sacola é usada em média por apenas 12 minutos. Quando se trata de apenas sacolas plásticas, medidas de coleta e reciclagem são vitais a fim de diminuir o percentual de sacolas que não são recolhidas, haja vista a grande quantidade desses materiais depositados e espalhados em todos os ambientes, principalmente no ambiente marinho.

O mar é a maior fonte de proteínas do mundo, e mais de 2,6 bilhões de pessoas dependem do oceano como sua fonte primária de proteína. Em *A Plastic Ocean* é explicado que, quando um peixe come plástico, suas toxinas passam para seus músculos e sua gordura acumula-se nas partes do peixe que o ser humano costuma comer.

Diante do exposto acima, este artigo tem por propósito apresentar tecnologias de contenção e coleta de resíduos no mar, provenientes de navios ou de terra, considerando a legislação vigente aplicada aos resíduos que impactam o meio ambiente marinho, além de abordar as causas e efeitos do despejo imprudente desses materiais.

De acordo com a Regra 1 da Convenção Marpol 73/78, Anexo V, esgoto significa a descarga e outros rejeitos provenientes de qualquer tipo de instalação sanitária ou mictórios, ou a descarga proveniente de compartimentos médicos (farmácias, enfermarias etc.), feita por meio de pias, banheiras e dalas ou embornais localizados naqueles compartimentos. É também a descarga proveniente de compartimentos que contenham animais vivos ou até outras descargas de água quando misturadas com as descargas mencionadas acima.

Conforme o disposto na Regra 3 do referido Anexo, é proibida a descarga de esgoto para o mar, exceto quando:

- 1) o navio estiver descarregando esgoto triturado e desinfetado, utilizando sistema aprovado pela administração de acordo com a Regra 9.1.2 desse Anexo, a uma distância de mais de 3 milhas náuticas da terra mais próxima, ou descarregando esgoto que não esteja triturado nem desinfetado a uma distância maior que 12 milhas náuticas da terra mais próxima, desde que, em qualquer caso, o esgoto que tiver sido armazenado em tanques de armazenamento ou que tenha origem em espaços contendo animais vivos não seja descarregado instantaneamente, mas sim com uma vazão moderada, quando o navio estiver em viagem, com uma velocidade não inferior a 4 nós – a vazão da descarga deverá ser aprovada pela administração com

base nas normas elaboradas pela Organização; 2) o navio tiver em funcionamento uma instalação de tratamento de esgoto aprovada, que tenha sido certificada pela administração para atender aos requisitos operacionais mencionados na Regra 9.1.1 desse anexo. Além disso, os resultados dos testes realizados na instalação devem constar no Certificado Internacional de Prevenção da Poluição por Esgoto, e os efluentes não devem apresentar sólidos flutuantes visíveis nem causar uma descoloração da água em volta dele (Regra 11 – Descarga de esgoto).

ORGANIZAÇÕES ENVOLVIDAS NA MITIGAÇÃO DO PROBLEMA

The Ocean Clean Up

É partindo do propósito de alcançar uma solução financeiramente atrativa que a companhia The Ocean Cleanup vem, desde sua fundação em 2013, pelo seu atual CEO Boyan Slat, pesquisando e investindo em tecnologias para obter um meio de mitigar os impactos do lixo no mar retirando-o do ambiente marinho. Desde sua criação desenvolveu vários



Figura 1 – Companhia The Ocean Cleanup em ação
Fonte: www.theoceancleanup.com

projetos e seu primeiro protótipo System 001 foi lançado em setembro de 2018. “A missão da The Ocean Cleanup é desenvolver tecnologias avançadas para livrar os oceanos de plásticos” (THE OCEAN CLEAN UP).

United Nations Environment

É o departamento da ONU dedicado ao desenvolvimento sustentável, portanto é o responsável pela criação de campanhas que envolvem o meio ambiente, como a “Clean Seas”. Forte indicador das necessidades do homem e da natureza, é sempre



Figura 2 – Campanha CleanSeas, da United Nations Environment
Fonte: <http://cleanseas.org>

referência mundial para o assunto, devido a eminência das Nações Unidas.

(Nossa) Missão (é): prover liderança e encorajar parcerias para cuidar do meio ambiente inspirando, informando e habilitando nações e povos a melhorar sua qualidade de vida sem comprometer a de futuras gerações. (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – UNEP)

Greenpeace

Greenpeace é uma organização com caráter ativista financiada por doações e conhecida por realizar protestos em prol de soluções para problemas que afetam o “verde” do planeta. De acordo com informações divulgadas pela própria organização, o Greenpeace é líder em assuntos relacionados à proteção dos bens naturais da terra para promoção de um futuro melhor.

Oceanos saudáveis são o sistema de apoio à vida de nosso planeta, provendo 97 por cento dos *habitats* da Terra e lar de mais de 700 mil espécies. Os oceanos são vitais para a saúde humana bem como provê trabalho, diversão

e alimento para bilhões de pessoas. Metade do oxigênio que respiramos é gerado por nossos oceanos. (GREENPEACE)

World Wildlife Fund

A organização não governamental WWF, sem fins lucrativos, trabalha, por meio de doações e parcerias, para mitigar a extinção de espécies e *habitats* ameaçados, tendo também atuação no ambiente marinho por meio de iniciativas para preservação do Ártico, restauração de ecossistemas, desenvolvimento da pesca sustentável e soluções inteligentes para reduzir a poluição. Uma de suas parcerias é a Ocean X Labs, que reconhece a WWF como uma das líderes mundiais em conservação do meio ambiente.

A WWF está empenhada em gerar uma nova onda de apoio à sustentabilidade dos oceanos. Mostraremos a líderes como um oceano saudável produz desenvolvimento econômico. Incentivaremos o crescimento do trabalho de comunidades costeiras e pesqueiras na proteção dos recursos dos quais dependem. E daremos oportunidade a todos de se manifestarem a favor de nosso planeta azul. (WWF)



Figura 3 – Embarcações do Greenpeace
Fonte: <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk>



Figura 4 – Propaganda da WWF
 Fonte: <http://www.adstasher.com>

CAUSAS E ORIGEM DO LIXO MARINHO

Levando em consideração o exponencial crescimento da quantidade de detritos nas águas internacionais e costeiras e das cinco grandes acumulações de lixo nos oceanos (*garbage patches*), é eminente o estudo das causas do problema e a análise e o levantamento de propostas para abordar a questão, assim como a abordagem das técnicas e tecnologias que podem ser usadas para mitigá-la.

Com as pesquisas e o monitoramento vigentes, já é possível identificar alguns dos principais poluentes do mar e os que mais causam danos consideráveis à fauna e à flora marítimas. Mesmo assim são imensuráveis a variedade e a quantidade de resíduos sólidos ou líquidos (maior parte de degradação lenta, o que piora a situação) despejados na costa brasileira, com quase 9 mil km de extensão.

E para saber ao certo a origem desta “ilha de lixo” como muitos apelidam, pesquisas costumam apontar 20 por cento provindos de navios ou plataformas petrolíferas; outras corroboram esse percentual,

estipulando 87 por cento originados de terra. Entretanto a poluição marinha, hoje, não só afeta a cadeia alimentar, entrando no sistema de consumo humano, como também cerca de 267 espécies que estão ameaçadas no Brasil.

Como a grande maioria dessa poluição provém de atividades baseadas em terra firme, é curioso

tentar entender como estes resíduos chegam até os oceanos, ultrapassando várias “barreiras” ao longo do seu caminho. Uma das formas é o despejo imprudente por falta de recursos de saneamento básico e esgoto; outra é que esses resíduos são jogados diretamente por pessoas que estão em navios ou nas praias. Muitos resíduos, depois de caírem de caminhões, caixotes ou contêineres de lixo, chegam ao sistema de drenagem e são levados pelo fluxo para os rios e oceanos, ou até mesmo por bueiros e bacias hidrográficas. Isso quando essa atividade não provém de navios imprudentes e passíveis de punição ao não atenderem à Marpol.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, alguns dos principais poluentes marinhos são:

- petróleo, combustíveis e outros produtos químicos que chegam as águas dos oceanos quando ocorrem vazamentos em navios ou são descartados propositalmente por pessoas responsáveis por embarcações, acidentes em oleodutos ou plataformas de petróleo que geram vazamento para as águas marinhas, fenômeno conhecido como maré negra;

– lixos materiais (plásticos, ferros e vidros, entre outros) jogados por pessoas que estão em navios ou nas praias;

– esgoto doméstico e industrial, lançado sem o devido tratamento nas águas, sendo que grande parte que chega nos mares e oceanos vem dos rios que receberam estes poluentes durante seu trajeto.

O *site* do Ministério do Meio Ambiente também menciona o “plástico” como o maior poluidor dos mares e oceanos, chegando a se constituir em cerca de 85 por cento do lixo encontrado. Isso acontece porque a humanidade recicla apenas 5 por cento do lixo que produz; o restante acaba indo para o mar, de acordo com a fonte Eco Desenvolvimento.

Encontra-se na Marpol 73/78, Anexo V (Regras para a prevenção da poluição por lixo dos navios), Regra 1, a legislação pertinente ao despejo de plástico nos mares:

Sujeito ao disposto nas Regras 4, 5 e 6 deste Anexo: (a) é proibido o lançamen-

to no mar de todos os tipos de plásticos, inclusive, mas não se restringindo a estes, cabos sintéticos, redes de pesca sintéticas, sacos plásticos para lixo e cinzas de incineradores provenientes de produtos plásticos que possam conter resíduos tóxicos ou de metais pesados. (MARPOL)

A humanidade, na sua ignorância ou imprudência, não consegue ver que esse “mal” volta para si, visto que os peixes não conseguem distinguir entre alimentação e lixo. Atualmente, cientistas estudam para descobrir se o plástico

fragmentado consumido indiretamente por meio do consumo de peixes pode impactar a saúde humana.

Sempre que o resíduo plástico é mencionado, é trivial comentar sobre a situação do Pacífico e sua “sopa de plástico”, que, de acordo com a revista *Veja*, aumentou cem vezes em 40 anos, podendo causar desequilíbrio marinho. Todas essas informações comprovadas a olho nu nos locais onde o plástico tende a se acumular. Este é um fenômeno conhecido como “giro oceânico”, em que todo o lixo dos mares giram em forma de redemoinhos, concentrando-se em áreas específicas.

Estes são os cinco giros oceânicos: Pacífico Norte, Pacífico Sul, Atlântico Norte, Atlântico Sul e Índico. Hoje, a chamada “mancha de lixo” que se encontra no Pacífico Norte é composta, na sua maioria, por pequenos fragmentos de detritos plásticos flutuantes que não são evidentes a olho nu e outros facilmente visíveis, como, garrafas e resíduos sólidos.

O vórtice de lixo é uma grande área do tamanho aproximado da Turquia ou do estado norte-americano do Texas, localizado no Giro Norte Pacífico, no qual a razão, em peso, entre lixo e plânctons já atingiu 6 para 1, girando lentamente no sentido horário cheio de peixes, animais marinhos e aves mortos. Alguns detritos plásticos irão demorar tanto para se deteriorar que os netos dos despejadores ainda verão os mesmos plásticos bem inteiros. O Norte Pacífico é um dos cinco grandes giros, e nele é comum testemunhar aves confundirem lixos coloridos com suas presas e os ingerirem, conseqüentemente contaminando

A humanidade recicla apenas 5 por cento do lixo que produz; o restante acaba indo para o mar



Figura 5 – Campanha do Greenpeace contra poluição marinha

Fonte: Greenpeace

seus filhotes ou morrendo. Segundo o Greenpeace, o Sargasso Sea é uma área fortemente afetada pelo vórtice de lixo e deveria passar a ser uma área protegida.

Quanto à fonte dos poluentes descartados que estão atualmente nos ambientes marinhos, mais de 80 por cento têm origem em atividades desenvolvidas em terra, de acordo com a WWF. Tais poluentes variam de sacos plásticos a pesticidas, por vezes despejados diretamente no mar e outras nos rios e levados ao mar por suas correntes. Os principais poluentes

destacados são em parte condizentes com as informações do Ministério do Meio Ambiente. São eles:

Derivados do petróleo

Ao contrário do que muitos pensam, apenas 12% da quantidade total dos derivados do petróleo são provenientes de derramamentos de óleo, sendo 36% levados ao mar por rios. Logo, se torna evidente a necessidade de um controle maior sobre esse despejo.



Figura 6 – O vórtice de lixo e seus impactos

Fonte: <https://www.nationalgeographic.org>



Figura 7 – Ave contaminada por óleo

Fonte: <http://www.greenpeace.org>

Fertilizantes

Fertilizantes, vindos de fazendas ou plantações, causam enorme dano à fauna marinha costeira, pois acarretam no processo de eutrofização (algas que se desenvolvem de maneira não natural, deixando o ambiente marinho local pobre em oxigênio e, conseqüentemente, matando toda vida aquática que necessita deste gás para sobreviver. Isso, muitas vezes, gera áreas mortas, como as que podem ser observadas no Golfo do México e no Mar Báltico).



Figura 8 – Fertilizantes sendo utilizados em plantação

Fonte: Michel Gunther/WWF

Lixo Sólido

Quase tudo o que jogamos fora, como sacolas plásticas, balões, garrafas, sapatos, embalagens etc., se não for despejado apropriadamente, acaba nos oceanos.

O plástico, que tem uma decomposição muito demorada, é frequentemente confundido com comida por animais marinhos, sendo encontrado bloqueando as vias respiratórias e estômagos de animais de diversas espécies, como baleias, golfinhos, focas e tartarugas. É também comum observar o retorno desse plástico para praias e nichos costeiros.

Ainda sobre a ingestão de plástico, é válido mencionar o texto do Projeto Tamar veiculado em reportagem da WWF:

O efeito mais dramático dessa ingestão acidental é muito difícil de ser observado. Aparelhos digestivos recheados de plásticos têm menor capacidade de assimilação de nutrientes oriundos de alimentos verdadeiros. Isso reduz a probabilidade de os animais sobreviverem e pode, em longo prazo, causar o colapso de determinadas populações. Tartarugas marinhas, focas, leões marinhos, golfinhos, peixes-boi, aves marinhas e peixes são algumas das inúmeras vítimas. (PROJETO TAMAR)



Figura 9 – Tartaruga com plástico preso na boca

Fonte: <http://video.nationalgeographic.com>



Figura 10 – Animal marinho preso a redes de pesca abandonadas
Fonte: Michel Gunther, WWF

Esgoto

O esgoto, em muitas partes do mundo, corre sem nenhum tipo de tratamento ou com tratamento precário para os mares. Como exemplo, temos o Mar Mediterrâneo, que recebe 80% de seu esgoto sem nenhum tipo de tratamento. Tal esgoto gera eutrofização, entre outros danos sérios que podem vir a afetar seriamente a saúde do ser humano, pois é vetor de



Figura 11 – Esgoto sendo lançado ao mar
Foto: Michael Goodman

transmissão de inúmeras doenças. Também é o motivo pelo qual muitas praias são fechadas.

EFEITOS DO PLÁSTICO DESPEJADO NOS MARES

Análise do documentário A Plastic Ocean

Conforme diversas fontes pesquisadas, o detrito predominante no ambiente marinho é o plástico, de 60 a 90 por cento do total segundo o Unep, dado embasado pelo *site* da União Europeia. Junto com esse lixo, diversos problemas biológicos são observados. Logo, o despejo e a própria existência desse lixo devem ser combatidos. É disso e de muito mais sobre plástico nos oceanos que o referido filme trata.

O propósito deste artigo, ao abordar o referido documentário, é corroborar o conteúdo deste



Figura 12 – Porcentagem do plástico em relação ao total de lixo marinho
Fonte: Europa.eu

trabalho e lhe proporcionar maior credibilidade, haja vista o apoio da ONU à divulgação da película. A seguir, encontram-se alguns comentários e dados reescritos das falas dos narradores e entrevistados que participaram do filme.

A narradora Tanya Streeter inicia o documentário falando sobre uma baleia-de-bryde que estava morrendo, pois seu sistema digestivo estava bloqueado, fazendo com que sofresse de inanição; logo depois, foi descoberto que havia 6 m² de plástico dentro do animal. O narrador Craig Leeson informa que as baleias se alimentam abrindo a boca e sugando tudo o que estiver em seu caminho, entretanto não sabem diferenciar entre *krill* e plástico; logo, sugam centenas de litros de água, cerca de 75 mil litros por vez.

Na sequência, Bem Fogle, um aventureiro da Sociedade Real de Geografia, Reino Unido, navega a 32 quilômetros da costa numa área de conservação da Marinha e encontra flutuando, em uma das áreas principais de procura da baleia-azul, praticamente o *habitat* desta espécie, pacotes de biscoito e objetos de plástico que

se tornaram abrigo de animais, com garrafas onde moluscos cresciam ao redor e isqueiros descartáveis que nunca irão se degradar, e ficarão flutuando por muito tempo. Fogle comenta que estes objetos irão quebrar e virar partículas minúsculas ou algum mamífero marinho os engolirá antes disso.

O narrador Craig Leeson menciona que, no ano de 2050, quando a população mundial tiver alcançado 10 bilhões de habitantes, é esperado que a produção de plástico triplique e que, ainda assim, atualmente, apenas uma fração do plástico

produzido é reciclada; o restante vai para o meio ambiente. Dados apontam que, em 2016, cada homem, mulher e criança consumiram cerca de 136 kg de *single-use plastic*.

Tanya Streeter explica que o Mediterrâneo é considerado um dos lugares com a água mais poluída do planeta. Especificamente no oeste, pesquisas apontaram uma proporção de 1 para 2 entre plástico e plâncton. A narradora continua com a explicação sobre os oceanos: “São arastados por cinco grandes correntes ou rotações que resultam da rotação da terra e dos ventos predominantes, logo todos os continentes são afetados por esses grandes sistemas. Devido às rotações, o lixo flutuando nos rios é coletado e, com o passar do tempo, tudo o que flutua nos sistemas acabará eventualmente nas correntes”.

A produtora do documentário, Jo Ruxton, sabia da história de uma enorme ilha de lixo flutuante, com o dobro do tamanho do Texas, localizada no Pacífico Norte. Ruxton se juntou à bióloga marinha Andrea Nea e sua equipe na embarcação de pesquisa *Kaisei*, numa expedição à grande lixeira do Pacífico. Ao estenderem uma

manta de arrasto no mar, conseguiram recolher pequenas partículas em pouco tempo. Tanya Streeter afirma, durante o recolhimento, que cientistas estimam que existam mais de 5 trilhões de pedaços de plástico flutuando nos oceanos.

Leeson fala sobre a quebra do plástico para se tornarem microplásticos:

A luz do sol, as ondas e o sal quebram o plástico e ele vira microplásticos. Esses pedaços têm extremidades pontudas. Os químicos das indústrias e da agricultura grudam neles e viram pílulas venenosas. Toxinas também grudam e entram no oceano, logo, isso tudo é ingerido por espécies marinhas.

Imagens de plâncton e larvas de peixe se alimentando de microplásticos são mostradas para corroborar o comentário do narrador.

Segundo estudo realizado pela pesquisadora marinha Bonnie Monteleone, existem 3.440 toneladas métricas apenas de microplásticos no Atlântico Norte, sem incluir plásticos grandes. Ela seca a amostra e colhe os pedaços de plástico. No oceano, a alimentação inclui fragmentos de plástico, misturados na cadeia alimentar. O plástico, não sendo degradável, logo se quebra e se espalha mais, havendo mais chance de ser ingerido, porém o maior problema é que o plástico absorve substâncias químicas que flutuam no oceano. Quando o peixe come plástico, as toxinas passam para os músculos e para a gordura; logo, se acumulam nas partes do peixe que costumamos comer. Quando animais comem plásticos, conso-

mem todas as toxinas neles grudadas, que passam para a corrente sanguínea, onde se acumulam nos tecidos de gordura e órgãos vitais. Quando essa gordura é queimada, as toxinas circulam pelo corpo, interagindo com a reprodução, o metabolismo, o crescimento, os rins e o fígado. O narrador menciona que a maioria dos plásticos do oceano vem de apenas seis países: China, Tailândia, Vietnã, Filipinas, Indonésia e Sri Lanka. Ainda, um trecho do documentário menciona que o mar é a maior fonte de proteínas do mundo. Mais de 2.6 bilhões de pessoas dependem do oceano como sua fonte primária de proteína.

O lixo jogado fora nos EUA pode chegar à Antártica, já que o plástico descartado nas águas costeiras é puxado para o centro com movimentos em correntes circulares onde há muitas outras correntes espalhando o lixo por toda a superfície do oceano.

Tanya Streeter cita um estudo recentemente publicado na *Specific Reports* no qual pesquisadores

da U.C Davis examinaram 76 peixes para consumo humano na Indonésia e 64 na Califórnia. Em ambos os locais foi encontrado plástico nos animais, sendo que quase um quarto tinha detritos antropogênicos. Além disso, os pesquisadores encontraram plásticos e fibras têxteis na população californiana e na indonésia. Ao coletarem amostras de mexilhão em diversos lugares (França, Bélgica e Holanda faziam parte da pesquisa), microplásticos estavam presentes em todos os organismos examinados.

A professora Cristina Fossi, ecotoxicóloga da Universidade de Siena (Itália), examinou uma tartaruga que es-

Estima-se que no mundo todo haja 1 trilhão de sacolas plásticas por ano, quase 2 milhões por minuto, e que cada sacola é usada, em média, por apenas 12 minutos

tava com dificuldade de flutuar devido à presença de grande quantidade de plástico ingerido. “As sacolas de plástico flutuam e as tartarugas as confundem com águas vivas, podendo passar dias comendo sacolas e outros tipos de plástico”. O plástico produz gás, fazendo com que o animal não consiga mais mergulhar. Cristina informa que eles usam um “antibiótico normal” para salvar animais infectados, além de uma dieta de gordura.

Um dado relevantes do filme é que estima-se que no mundo todo haja 1 trilhão de sacolas por ano, quase 2 milhões por minuto, e que cada sacola é usada, em média, por apenas 12 minutos.

O narrador explica melhor a “Tecnologia Verde”, capaz de processar a sujeira gerada pelos marinheiros. No centro dessa tecnologia está uma tocha de plasma que muda a estrutura molecular do que for inserido, transformando tudo em volta em elementos primários. Ela tem energia própria e não é cara. Imaginem se essa tecnologia fosse colocada em um contêiner e enviada para ilhas. Poderia transformar tudo em substâncias não tóxicas, portanto ajudaria muito a resolver os problemas que existem em várias ilhas no Pacífico.

George Bittner, professor de Neurobiologia da Universidade do Texas (EUA) e funcionário da empresa PlastiPure, informa que é na CertiChem onde testam e formulam o plástico para saber suas características físicas e outras substâncias, assim como químicos individuais, com o propósito de analisar níveis de estrogênio ativo, pois a maior parte do material libera químicos com níveis ativos de estrogênio.

Tanya Streeter fala sobre Atividade Estrogênica (AE): “É quando um químico

como o Bisfenol A (BPA) ou o Ftalato passa do plástico para o corpo, onde finge ser o hormônio estrogênio”. Cerca de 92,6 por cento dos americanos maiores de seis anos têm níveis detectáveis de BPA no sangue. Complementa o Professor George:

Hoje em dia, o FDA¹ não tem regulamentação sobre, podendo o químico sair do plástico de cosméticos, de papéis e de silicones. O BPA é um hormônio sexual artificial que provém de quase 3 bilhões de quilos de plástico no mercado de hoje em dia.



Figura 13 – A Plastic Ocean Poster
Fonte: <https://www.plasticoceans.org>

O documentário esclarece que os cientistas já pediram aos governos para classificar o plástico como perigoso, pois as leis contra substâncias danosas já estão

1 N.R.: FDA – Food and Drug Administration. Agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA. É responsável pela proteção e promoção da saúde pública, por meio do controle e da supervisão da segurança alimentar.

em vigor. Sacolas e garrafas de plástico são os piores vilões descartáveis. Ruanda, um dos poucos países a banir sacolas plásticas, é um país com base na agricultura e não tem muitas indústrias por perto. Segundo a diretora da Rwanda Environmental Management Authority, Rose Mukankomeje, o país tentou avaliar o impacto das sacolas no solo, mais especificamente nos próprios animais, como o gado, e isso gerou questionamento: por que continuam fazendo isso se sabem do impacto futuro? O diretor da Axion Polymers² Roger Morton, diz:

Se o plástico for colocado num aterro, seu custo na Europa é de menos de 150 dólares por tonelada, mas, enquanto plástico útil, podia valer mais de 1.200 ou 1.500 dólares por tonelada. O desafio é convencer todos a montarem a infraestrutura de coleta e fazê-la funcionar corretamente. Logo as pessoas terão confiança para investir em tecnologia de recuperação.

Craig Leeson mostra que, depois de separado, o plástico reciclado é levado para as fábricas, onde pode ser parte de uma economia circular sem etiquetas, transformados em *nurdles* e prontos para serem vendidos novamente. Os fundadores do The Plastic Bank, David Katz e Shaun Frankson, montaram um sistema social de plástico no Haiti que troca plástico por carga de celular com energia solar, fornos sustentáveis e dinheiro, como

um negócio social autossustentável. O plástico passa pelo processo de reciclagem e é vendido como plástico social, podendo ser usado em impressoras 3D, em vez de plástico virgem, sendo esta uma forma de criar uma infraestrutura global orgânica.

Tanya Streeter explica que somente na Europa há 15 milhões de toneladas de plásticos expirados cujos destinos são os aterros todos os anos. A Cynar (antes chamada de Plastic Energy) transforma resíduos em combustível. Para isso, criou uma máquina que transforma plástico expirado (como embalagens de bala e de lanches, que não costumam ser recicladas) em diesel, por meio de um processo de aquecimento chamado pirólise: a aplicação de calor a componentes químicos, como plástico, para causar decomposição. Cada máquina é capaz de processar cerca de 20 toneladas de plástico por dia, produzindo aproximadamente 18 mil litros de diesel, o equivalente a 113 barris de petróleo/dia. Streeter afirma que, nos EUA, apenas 8% do plástico jogado fora é convertido em *waste-to-energy facilities*.

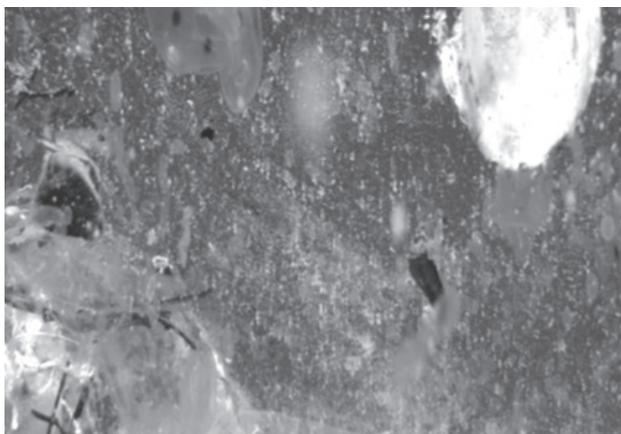


Figura 14 – Plástico e microplástico no ambiente marinho
Fonte: www.plasticocean.org

² N.R.: Empresa do Reino Unido que opera no setor de reciclagem e recuperação de recursos.

A consultora de gestão de resíduos Anne Prince comenta sobre a Ilha de Lord Howe, localizada a 600 km ao nordeste de Sydney (Austrália), onde não há queima nem aterros de lixo e a comida, o lixo do jardim e o papel são usados como adubo. “Tudo o que é reciclável é bem empacotado e enviado para a ilha principal”.

TECNOLOGIAS DE CONTENÇÃO E COLETA DE RESÍDUOS E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Tecnologias voltadas para mares e oceanos – Bolsões Flutuantes de Contenção

Grande parte das tecnologias de contenção de lixo usa bolsões flutuantes formando um cordão de isolamento, semelhantemente à técnica de contenção de

óleo derramado na água, o que permite que, em alguns casos, o cordão de contenção de lixo também seja eficiente em conter óleos. A técnica tem a vantagem de custo viável, porém se limita apenas à contenção de detritos na camada superficial da água ou próximo a ela. Tais bolsões aparentam ser uma escolha recorrente e eficiente no que tange a tecnologias de contenção e coleta.

Estação-Embarcação (The Ocean Cleanup Array)

Como seu método de atuação, tal sistema possui bolsões flutuantes que direcionam os detritos para dentro da embarcação, onde são recolhidos, processados e armazenados em um tanque para depois serem recolhidos e enviados de volta para terra para reciclagem. Apesar de parecer simples, o projeto contava com muitos impedimentos que o fizeram deixar

de ser a prioridade de sua companhia idealizadora, a The Ocean CleanUp, que hoje conta com mais de 60 empregados colaboradores e diversos investidores.

Esse conceito ambicioso que acabou não saindo do papel não pode ser descartado para um futuro com tecnologia mais avançada e acessível, pois suas vantagens são consideráveis: companhia energeticamente autossuficiente, produtora de material pronto para reciclagem e com alta capacidade de



Figura 15 – Bolsões flutuantes de contenção
Fonte: <https://www.theoceancleanup.com>

contenção de lixo, porém de alto custo de produção, e baixa resistência às intempéries, assim como os sistemas utilizando bolsões ou estações fixas.

O projeto Ocean Clean up Array posicionaria flutuadores e redes ao redor de locais com manchas de lixo que funcionariam afunilando os resíduos para plataformas processadoras usando as correntes oceânicas naturais. De acordo com o *site*, essas redes poderiam limpar um *gyre* em apenas cinco anos e teriam capacidade de remover 7.250.000 toneladas de resíduos plásticos dos oceanos. (THE OCEAN CLEANUP)



Figura 16 – The Ocean CleanUp Array
Fonte: <http://inhabitat.com>

Cordão de bolsões flutuantes com âncora especial

Limpar a Grande Mancha de Lixo do Pacífico usando métodos convencionais – navios e redes – levaria milhares de anos e dezenas de bilhões de dólares. Nossos sistemas passivos poderiam remover estimadamente metade da Grande Mancha de Lixo do Pacífico em cinco anos, a uma fração desse custo. (THE OCEAN CLEANUP)

Sendo o mais recente projeto da organização The Ocean CleanUp, já é um protótipo em desenvolvimento. Consiste em uma larga barreira de contenção dotada de tela ligada por cabos a uma âncora móvel. Seu diferencial é que o sistema é móvel e ficaria em movimento em um giro, porém, devido às camadas de água mais profundas se movimentarem em velocidades menores do que as superficiais, a âncora faria o sistema se mover consideravelmente mais devagar do que detritos flutuantes, os acumulando nos bolsões flutuantes e os contendo. Após acumulados, tais detritos seriam recolhidos e reciclados. Resultado de anos de pesquisa e desenvolvimento de uma grande equipe de estudiosos engajada na causa de retirada de plástico dos oceanos, o protótipo promete fazer a limpeza de 50% da grande ilha de lixo flutuante do Oceano Pacífico.

Apesar de apresentar uma projeção ambiciosa de coleta de lixo, caso o protótipo se comporte na prática como simulado pela equipe de Boyan Slat, esta aparentaria ser a proposta mais sólida para a despoluição oceânica de grande escala, pois apresenta um custo de produção viável, ainda que possa representar um perigo para a navegação (a equipe conta com um advogado marítimo encarregado da parte de legislação). O fato de ser móvel é vital por aumentar a capacidade de contenção de lixo e proporcionar resistência altíssima às intempéries do mar, permitindo o uso de materiais mais leves e abaixando o custo do sistema. Associando isso com o fato da não-utilização de nenhuma fonte de energia, o custo-benefício torna-se atrativo.



Figura 17 – Projeto de sistema de contenção com bolsões flutuantes e âncora

Fonte: <https://www.theoceancleanup.com>

SISTEMAS DE CONTENÇÃO E COLETA QUE NÃO UTILIZAM BOLSÕES FLUTUANTES

Navio-Tanque de Recolhimento de Detritos

Um conceito naval patenteado, inovativo e eficiente. Uma solução industrial para um desafio ecológico global. Uma solução economicamente viável. (PHOENIX Project, Serge Menar).

O Ocean Phoenix é um projeto patenteado de empresa francesa com o mesmo nome (SAS Ocean Phoenix) de uma embarcação com aberturas frontais que pretende operar admitindo toda a água em sua frente junto com o lixo, conter os detritos de diversos tamanhos e depois liberar a água de volta, devolvendo uma imensa quantidade

de água livre de detritos para o mar a cada minuto.

Para se ter uma ideia melhor da capacidade do Ocean Phoenix deve-se comparar o volume de água que entra em seu tanque ao da cachoeira do Niagara. Tratando um volume de 16,500 m³ por segundo, o Ocean Phoenix tem descarga 2.8 vezes maior do que a da cachoeira do Niagara em sua fase de pico. (OCEAN PHOENIX)

Os pontos fortes do projeto são: capacidade imensa de materiais retidos, em seus formatos diferentes, captando até microplásticos, em acordância com as leis marítimas internacionais (o que o torna mais viável); capacidade de mudar seu processo, depen-

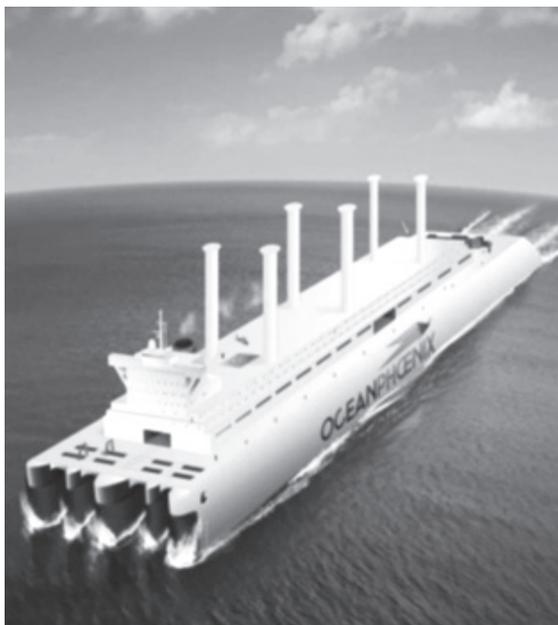


Figura 18 – Navio-tanque de recolhimento de detritos

Fonte: <https://www.oceanphoenixproject.com>

dendo da área navegada; aceleração do processo de reciclagem, podendo ser acrescentados todos os empregos gerados pela embarcação caso venha a ser construída e operada.

Obviamente, o projeto também apresenta pontos negativos, e alguns deles são: custos de construção e operação demasiadamente altos, mesmo que o retorno financeiro do material reciclado seja levado em conta; possibilidade de, mesmo com precauções para que tais eventos não ocorram, alguns animais marinhos menores fiquem presos e acabem mortos pelo processo de operação do navio; e dificuldades referentes às grandes proporções do navio, como seu comprimento e calado, que restringem sua operação, limitam sua manobrabilidade e o impedem de atuar e transitar em certos locais muito perto da costa ou que não o comportam, devido ao seu grande calado (estimado em aproximados 30 metros), como o Canal do Panamá.

Robô Autônomo Submarino lançado por navio

Pontos positivos do projeto: Possibilidade de recolhimento de lixo entre a camada superficial e o leito marinho.

Pontos negativos: necessidade de energia; alto custo de construção e manutenção; e área de atuação não favorável (maior parte do lixo está na camada superficial ou no fundo do mar).

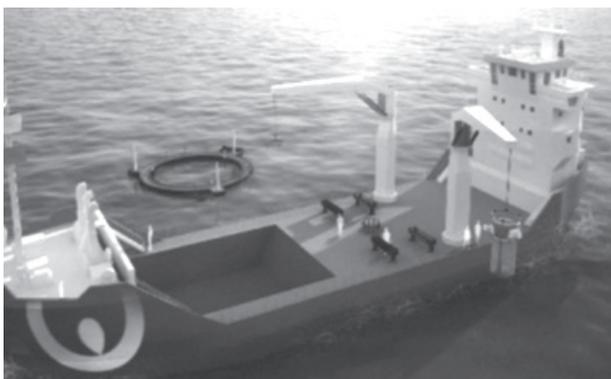


Figura 19 – Navio utilizado para lançamento e recolhimento dos robôs
Fonte: <http://www.ecycle.com.br/>

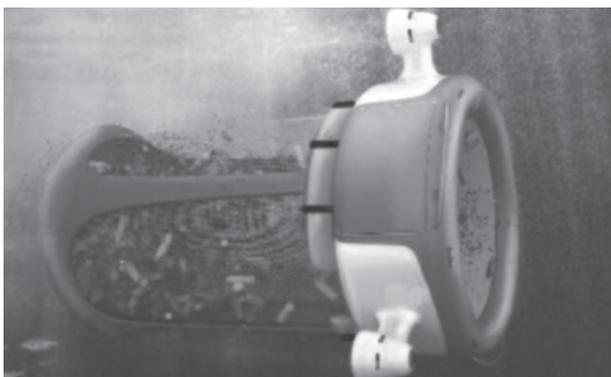


Figura 20 – Robô autônomo submarino
Fonte: http://www.ecycle.com.br

OUTRAS TECNOLOGIAS E TÉCNICAS QUE AUXILIAM A LIMPEZA MARINHA

Moinho de Recolhimento de Lixo

Movido a energia solar e operando no Rio Jones Falls (Maryland, EUA) desde 9 de maio de 2014, o moinho, também conhecido como “Mr. Trash Wheel”, já recolheu cerca de 1.342.920 lbs (609.138 quilos) de detritos, mostrando ser uma opção eficiente para a remoção de detritos sólidos de rios. Necessita apenas de uma embarcação, esporadicamente, para trocar



Figura 21 – Moinho de recolhimento de lixo
Fonte: <http://baltimorewaterfront.com>

o depósito de lixo. É considerado por muitos um sucesso, atingindo até certo grau de fama na internet.

Drone de Exploração (Trident Rov)

Como citado anteriormente, a maior parte do plástico despejado nos oceanos



Figura 22 – Drone de exploração
Foto: Patrick Webster, National Geographic Creative

não permanece na superfície. Logo, devem-se explorar as profundidades médias e o leito marinho, seja com o intuito de determinar quais tecnologias melhor seriam aplicadas em determinada área ou em quais áreas focar o combate à poluição, ou simplesmente de mostrar a poluição para o mundo e ajudar na conscientização.

A importância do drone de exploração é grande, apesar de ele não realizar nenhum tipo de contenção ou coleta direta. O projeto Open ROV tem como propósito a distribuição de mil “drones-tridente” para organizações sem fins lucrativos, instituições educativas e cientistas. Espera-se que, com tal ato, sejam favorecidas explorações marinhas que irão auxiliar na proteção dos mares.

Lixeira para coleta de detritos costeiros (Seabin V5)

“Se podemos ter lata de lixo em terra, porque não ter na água?” (SEABIN PROJECT)

Partindo do pressuposto que lixeiras poderiam coletar lixo marinho, assim como fazem em terra, os surfistas Andrew Turton e Pete Ceglinski tiveram a ideia de criar a Seabin. Utilizada em portos, clubes náuticos e cais, com protótipos testados e aperfeiçoados, esta lixeira consegue retirar, em média, 1,5 quilos por dia de detritos. Apesar de esta não ser uma quantidade grande, a tecnologia opera com baixo consumo de energia e também consegue retirar óleo da água e seu baixo custo

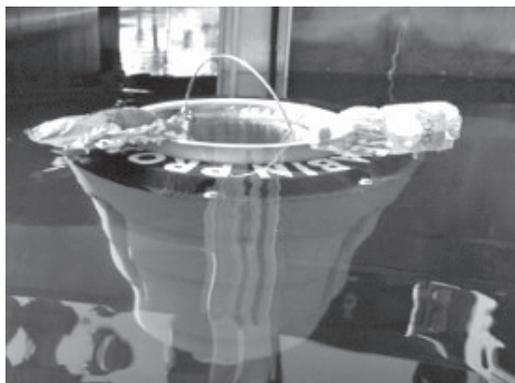


Figura 23 – Seabin V5, lixeira para coleta de resíduos costeiros
Fonte: <http://seabinproject.com/>

de construção viabiliza o uso de várias Seabins próximas umas das outras, limpando efetivamente uma área costeira.

CONCLUSÃO

A partir das causas e consequências visíveis do despejo de resíduos nos mares,

é de fundamental importância a sugestão de novas técnicas ou soluções ecologicamente e financeiramente viáveis que favoreçam o armador, sua tripulação e empresas de navegação, os maiores interessados no mar e em seus recursos naturais.

Este artigo tem como propósito principal a comparação entre as diversas tecnologias disponíveis no mercado atual, abordando suas vantagens e desvantagens tanto para o armador quanto para o meio ambiente. Portanto, foram apresentadas algumas das tecnologias de contenção e coleta de resíduos no mar, sendo atualmente implementadas ou ainda em análise por estudiosos e interessados em ajudar o meio ambiente marinho, que, além de ser o principal produtor de oxigênio do planeta, é o modal de transporte mais utilizado atualmente pelas grandes potências mundiais.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<ASSUNTOS MARÍTIMOS>; Oceanos; Resíduos; Legislação; Meio Ambiente; Tecnologia;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYAN SLAT. *19-Year-Old Develops Ocean Cleanup Array*. Disponível em: <http://inhabitat.com/19-year-olds-ocean-cleanup-array-could-clean-half-the-pacific-garbagepatch-in-10-years-study-shows>. Acesso em: mar 2017.
- BRITISH ANTARCTIC SURVEY. *Science of the Total Environment*. Disponível em: <https://phys.org/news/2017-06-plastic-pollution-antarctic-worse.html#jCp>. Acesso em: abr 2017.
- ECYCLE. *Tecnologia a favor*. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/1424-robo-marinho-promete-sugar-plastico-de-oceanos.html>. Acesso em: maio 2017.
- EUROPA.EU. *UN declares war on ocean plastic*. Disponível em: europa.eu/capacity4dev/unep/blog/un-declares-war-ocean-plastic. Acesso em: abr 2017.

- GHOST FISHING. *The Problem*. Disponível em: <http://www.ghostfishing.org/the-problem/>. Acesso em: maio 2017.
- GLOBAL GARBAGE. *Plásticos que sufocam vida marinha*. Disponível em: <http://www.global-garbage.org.br/porta1/tag/marpol/>. Acesso em: abr 2017.
- GREENPEACE. *Year one of the Prestige oil spill decade of destruction still to come*. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/news/features/prestige-one-year-on/>. Acesso em: jun 2017.
- MARPOL 73/78 . Anexo V– Regras para a prevenção da poluição por lixo dos navios. 10 p. Disponível em: https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo5-05ago.pdf. Acesso em: abr 2017.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. *Beach Blanket Bacteria*. Disponível em: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/habitats/beach-blanket-bacteria/#submit>. Acesso em: jun 2017.
- NATIONAL GEOGRAPHIC CREATIVE. *Gerd Ludwig*. Disponível em: <http://talent.natgeocre-ative.com/>. Acesso em: maio 2017.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. *See how it feels to be an ocean animal stuck in a plastic bag*. Disponível em: <http://video.nationalgeographic.com/video/160608-world-oceans-day-plastic-bag-campaign>. Acesso em: jun 2017.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. *5 Ways Underwater Drones Are Helping Citizens Save*. Disponível em: <http://news.nationalgeographic.com/2017/07/chasing-genius-drones-david-lang-openrov/>. Acesso em: Abr 2017.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *UN's mission to keep plastics out of oceans*. Disponível em: http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=56638#.WX_bYYQrLIV. Acesso em: maio 2017.
- PLASTICO CEANS. *We need a wave of change*. Disponível em: <https://www.plasticoceans.org/film/>. Acesso em: abr 2017.
- PROJETO TAMAR. *Lixo x Animais marinhos*. Disponível em: <http://tamar.org.br/interna.php?cod=315>. Acesso em: jun 2017.
- SAS OCEAN PHOENIX. *Ocean Phoenix Project*. Disponível em: <https://www.oceanphoenix-project.com/>. Acesso em: mar 2017.
- SEABIN. *The Solution*. Disponível em: <http://seabinproject.com/>. Acesso em: abril 2017.
- THE OCEAN CLEANUP. *North Sea Prototype*. Disponível em: <https://www.theoceancleanup.com/milestones/north-sea-prototype>. Acesso em: mar 2017.
- THE OCEAN CLEANUP. *Technology*. Disponível em: <https://www.theoceancleanup.com/technology/>. Acesso em: março 2017.
- THE OCEAN CLEANUP. *The Largest Clean Up in History*. Disponível em: <https://www.theoceancleanup.com/>. Acesso em: mar 2017.
- TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO. *Tecnologia de Contenção e Coleta de Resíduos no Ambiente Marinho*. Disponível em: <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/00001a/00001a30.pdf>.
- WATERFRONT PARTNERSHIP OF BALTIMORE. *Trash Wheel Project*. Disponível em: <http://baltimorewaterfront.com/healthy-harbor/water-wheel/>. Acesso em: mar. 2017
- WWF. *Blue Planet: Open ocean*. Disponível em: http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/open_ocean. Acesso em: abr 2017.
- WWF. Disponível em: http://www.wwf.org.br/wwf_brasil/organizacao/. Acesso em: jun 2017.
- WWF. *Marine problems: inadequate protection*. Disponível em: http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/problems/inadequate_protection/. Acesso em: abr 2017.
- WWF. *Marine problems: Pollution*. Disponível em: http://wwf.panda.org/about_our_earth/blue_planet/problems/pollution/. Acesso em: abr 2017.